



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
REGIONAL E MEIO AMBIENTE**

**DINÂMICA GEOAMBIENTAL DA FLORESTA DO JAMARI E SEU
ENTORNO: UM ESTUDO DE CASO COM APLICAÇÃO DA
GEOTECNOLOGIA**

FERNANDO DALL'IGNA

Porto Velho (RO)
2015



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
REGIONAL E MEIO AMBIENTE**

**DINÂMICA GEOAMBIENTAL DA FLORESTA DO JAMARI E SEU
ENTORNO: UM ESTUDO DE CASO COM APLICAÇÃO DA
GEOTECNOLOGIA**

FERNANDO DALL'IGNA

Orientador: Prof. Dr. Vanderlei Maniesi

Dissertação de Mestrado apresentado junto ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Área de Concentração em Saúde e Meio Ambiente, para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Porto Velho (RO)
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

D166d

Dall'Igna, Fernando.

Dinâmica geoambiental da floresta do Jamari e seu
entorno : um estudo de caso com aplicação da geotecnologia /
Fernando Dall'Igna. – Porto Velho, Rondônia, 2015.

118f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Vanderlei Maniesi.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e
Meio Ambiente) Universidade Federal de Rondônia, Núcleo de
Ciências Exatas e da Terra- NCET, Porto Velho, Rondônia, 2015.

Bibliografia: p.94-100.

1. Floresta Nacional do Jamari. 2. Geotecnologia,. 3.
Vulnerabilidade Natural. 4. Erosão. II. Universidade Federal de
Rondônia. III. Título

CDD– 551.3

Bibliotecária Responsável: Miriã S. Veiga CRB Nº.11/898

FERNANDO DALL'IGNA

**“A DINÂMICA GEOAMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO REGIONAL DA FLORESTA
NACIONAL DO JAMARI E SEU ENTORNO: UM ESTUDO DE CASO
COM APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIA”.**

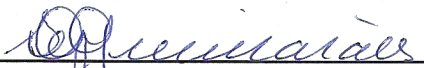
Comissão Examinadora




Dr. Vanderlei Maniesi
Presidente
Fundação Universidade Federal de Rondônia



Dr. Ene Glória da Silveira
Membro
Fundação Universidade Federal de Rondônia



Dra. Siane Cristhina Pedroso Guimarães
Membro Externo
Fundação Universidade Federal de Rondônia



Dra. Ana Cistina Santos Strava Correa
Suplente
Faculdade de Rondônia - FARO

Porto Velho, 15 de Dezembro de 2015.

Resultado: APROVADO

DEDICATÓRIA

Aos meus pais pelo amor incondicional e constante incentivo à formação acadêmica. Dedico-lhes essa conquista como gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço sinceramente a todos os colegas e professores que direta ou indiretamente contribuíram, colaboraram e incentivaram para a realização desse trabalho, em especial, ao meu Pai, minha mãe, minha noiva Isabelle, ao professor Vanderlei Maniesi, ao colega Alexis Bastos, aos colegas do PGDRA e, finalmente, a minha família e amigos que tanto me apoiaram nesta jornada.

RESUMO

A Floresta Nacional do Jamari possui uma característica diferenciada por se tratar de uma unidade de conservação com a utilização sustentável de seus recursos através de manejos florestais. A geotecnologia proporcionou a análise através de cartas imagem de seu histórico de ocupação mostrando que a área da Flona do Jamari até 1997 apresentou cerca de 90% de seu desmatamento (6.761 ha) associados à atividade de mineração de cassiterita e os outros 10% (736 ha), até 2014, também associados à atividade de mineração. O estudo da análise de vulnerabilidade natural à erosão da Floresta Nacional do Jamari e seu entorno foi realizado por meio de técnicas de geotecnologia com ajustes e validação de dados de campos. O método geotecnológico utilizado para geração dos dados foi o de Crepani et al. (2001) que visa elaboração de mapas da vulnerabilidade natural à erosão fundamentada no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977), definindo a relação entre os processos de morfogênese e pedogênese. Os dados da pesquisa revelaram que na área de estudo a característica ambiental predominante é classificada como moderadamente estável, porém existem atividades de produção agrícola e/ou pecuária em seu entorno que podem aumentar a fragilidade ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Floresta Nacional do Jamari, Geotecnologia, Vulnerabilidade Natural à Erosão.

ABSTRACT

The National Forest of Jamari has a different characteristic because it is a protected area with sustainable use of its resources through forest management. The geotechnology provided analysis through letters image of his employment history showing that the Jamari National Forest until 1997 showed about 90% of its deforestation (6,761 ha) associated with cassiterite mining activity and the other 10% (736 ha) by 2014, also associated with mining activity. The study of natural vulnerability analysis to the erosion of the Jamari National Forest was conducted by geospatial techniques with adjustments and field data validation. The geo-thechnology method used to generate the data was to Crepani et al. (2001) designed to produce maps of natural vulnerability to erosion based on the concept of ecodynamic Tricart (1977), defining the relationship between the processes of morphogenesis and pedogenesis. The survey data revealed that in the study area the predominant environmental characteristic is classified as moderately stable though, there are agricultural production activities and / or livestock in your surroundings that can increase environmental fragility.

KEYWORDS: The Jamari National Forest, geo-thechnology, natural vulnerability to erosion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Flona do Jamari.	16
Figura 2 - Mapa geológico da Flona do Jamari e entorno.	21
Figura 3 - Mapa de solos da Flona do Jamari e entorno.	23
Figura 4 - Mapa de altimetria para Flona do Jamari e seu entorno.	27
Figura 5 - Mapa de geomorfologia para Flona do Jamari e seu entorno.	28
Figura 6 - Mapa de precipitação da Flona do Jamari e entorno.	30
Figura 7 - Mapa de vegetação da Flona do Jamari e entorno.	32
Figura 8 - Quadro com dados do Projeto de Estimativa do Desflorestamento da Amazônia (PRODES) para área de estudo (Fonte: INPE, 2015).	33
Figura 9 - Gráfico do desflorestamento na Flona do Jamari e seu entorno (Fonte: INPE, 2015).	34
Figura 10 - Área de desflorestamento por ano na Flona do Jamari e entorno (Fonte: INPE, 2015).	35
Figura 11 - Mapa de desflorestamento da área de estudo.	37
Figura 12 - Gráfico de desflorestamento para Flona do Jamari (Fonte: INPE, 2015).	38
Figura 13 - Quadro do uso do solo Flona do Jamari e seu entorno (Fonte: INPE, 2014).	39
Figura 14 - Uso da terra para Flona do Jamari e seu entorno (Fonte: INPE, 2014).	40
Figura 15 - Mapa de títulos minerários da Flona do Jamari e entorno.	41
Figura 16 - Mapa de uso da terra da Flona do Jamari e seu entorno.	42
Figura 17 - Fluxograma de concessão de Florestas Públicas (Fonte: BRASIL, 2007b).	45
Figura 18 - Fluxograma de Florestas Públicas aptas a concessão (Fonte: BRASIL, 2007b).	46
Figura 19 - Terceira triagem para de concessão de Florestas Públicas (Fonte: BRASIL, 2007b).	47
Figura 20 - Localização das Unidades de Manejo Florestal.	51
Figura 21 - Estrutura do sistema de informação geográfica. Fonte: Câmara et al. (1996).	54
Figura 22 - Sequência metodológica para elaboração do mapa de vulnerabilidade natural à erosão. Fonte: Crepani et al. (1996).	57
Figura 23 - Quadro dos dados temáticos utilizados.	58
Figura 24 - Carta Imagem com identificação dos pontos do trabalho de campo.	63
Figura 25 - Carta imagem Landsat 1- MSS 1972 da Flona do Jamari e seu entorno.	67
Figura 26 - Carta imagem Landsat 4 - TM - 1992 da Flona do Jamari e seu entorno.	70
Figura 27 - Atividades pecuárias e agrícolas desenvolvidas nas proximidades da BR-364. Ponto 1. 02/10/2015. Autor: Fernando Dall'Igna.	72
Figura 28 - Atividades pecuárias desenvolvidas no entorno leste da Flona do Jamari. Ponto 7. 02/10/2015. Autor: Fernando Dall'Igna.	72
Figura 29 - Carta imagem Landsat 8 - OLI 2014 da Flona do Jamari e seu entorno.	73
Figura 30 - Mapa de vulnerabilidade de geologia para Flona do Jamari e seu entorno.	75
Figura 31 - Mapa de vulnerabilidade de geomorfologia para Flona do Jamari e seu entorno.	77
Figura 32 - Mapa de vulnerabilidade de precipitação para Flona do Jamari e seu entorno.	79

Figura 33 – Área com a retirada da cobertura vegetal nativa. Ponto 1. 02/10/2015. Autor: Fernando Dall’Igna.	81
Figura 34 - Mapa de vulnerabilidade vegetação para Flona do Jamari e seu entorno.	82
Figura 35 - Mapa de vulnerabilidade de solos para Flona do Jamari e seu entorno.	84
Figura 36 - Quadro de vulnerabilidade natural à erosão da Flona do Jamari e seu entorno.	85
Figura 37 - Gráfico de percentual das classes de vulnerabilidade natural à erosão para Flona do Jamari e seu entorno.	85
Figura 38 - Mapa de vulnerabilidade natural à erosão para Flona do Jamari e seu entorno.	86
Figura 39 – Quadro das classes de vulnerabilidade natural à erosão da Floresta do Jamari.	87
Figura 40 - Gráfico de percentual das classes de vulnerabilidade natural à erosão para Flona do Jamari.	87
Figura 41 – Área de vulnerabilidade natural à erosão estável às margens do rio Preto do Crespo na RO-205. Ponto 5. 02/10/2015. Autor Fernando Dall’Igna.	88
Figura 42 – Foto do leito da estrada composta por sedimentos indiferenciados cenozoicos. Ponto 2. 02/10/2015. Autor Fernando Dall’Igna.	89
Figura 43 – Área de classificação Medianamente Estável/Vulnerável com ausência de vegetação nativa. Ponto 1. 02/12/2015. Autor Fernando Dall’Igna.	90
Figura 44 – Atividade de mineração de cassiterita nas proximidades da BR-364. Ponto 3. 02/10/2015. Autor: Fernando Dall’Igna.	90
Figura 45 – Registro fotográfico da classe moderadamente vulnerável. Ponto 4. 02/10/2015. Autor: Fernando Dall’Igna.	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Desflorestamento ao longo dos anos na Flona do Jamari e entorno (Fonte: INPE, 2015).....	34
Tabela 2 - Desflorestamento para Flona do Jamari (Fonte: INPE, 2015).	36
Tabela 3 - Desflorestamento ao longo dos anos para Floresta do Jamari (Fonte: INPE, 2015).....	38
Tabela 4 - Áreas das Unidades de Manejo Florestal (Fonte: BRASIL, 2007b).	52
Tabela 5 - Avaliação da vulnerabilidade das unidades de paisagem natural com base em Tricart (1977). Fonte: Crepani et al. (1996).	56
Tabela 6 - Escala adotada de vulnerabilidade das unidades territoriais básica (Fonte: Crepani et al., 2001).	60
Tabela 7 - Atribuição de pesos no mapa temático de geologia.	74
Tabela 8 - Atribuição de pesos no mapa temático de geomorfologia.	76
Tabela 9 - Atribuição de pesos no mapa temático de precipitação.	78
Tabela 10 - Atribuição de pesos no mapa temático de vegetação.	80
Tabela 11 - Atribuição de pesos no mapa temático de solos.	83

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1. REFERENCIAL TEÓRICO	14
1.1 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E A FLORESTA NACIONAL DO JAMARI	14
1.2 A FLORESTA NACIONAL DO JAMARI	15
1.2.1 Localização	15
1.2.2 Caracterização do meio físico	17
1.2.3 Desflorestamento	33
1.2.4 Uso da terra	39
1.3. A UTILIZAÇÃO DE SEUS RECURSOS FLORESTAIS	43
1.4. GEOTECNOLOGIA	52
1.4.1 Vulnerabilidade natural à erosão	55
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	58
2.1. REVISÕES BIBLIOGRÁFICA E CARTOGRÁFICA	58
2.2. GEOPROCESSAMENTO	58
2.3. TRABALHOS DE CAMPO	61
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	64
3.1 A OCUPAÇÃO DA FLONA DO JAMARI E SEU ENTORNO	64
3.1.1 Período até 1972	65
3.1.2 Período de 1972 a 1992	68
3.1.3 Período de 1992 a 2014	71
3.2 VULNERABILIDADE NATURAL À EROSÃO	74
3.2.1 Geologia	74
3.2.2 Geomorfologia.....	76
3.2.3 Precipitação	78
3.2.4 Vegetação	80
3.2.5 Solos	83
3.2.6 Vulnerabilidade natural à erosão da Flona do Jamari e seu entorno	85
CONCLUSÃO	92
REFERÊNCIAS	94

APÊNDICE 1 – PROGRAMAÇÃO EM LEGAL PARA TROCA DE PESOS.....	101
APÊNDICE 2 – PROGRAMAÇÃO EM LEGAL PARA OPERAÇÃO ARITMÉTICA ...	105
APÊNDICE 3 – PROGRAMAÇÃO EM LEGAL PARA RECLASSIFICAÇÃO.....	107
APÊNDICE 4 – FICHAS DE REGISTRO DE TRABALHO DE CAMPO	110

INTRODUÇÃO

A Floresta Nacional (Flona) do Jamari representa uma unidade de conservação diferenciada por fazer parte do corredor ecológico de áreas protegidas de Rondônia, ligando-se à Flona Jacundá, ESEC Samuel, ESEC Cuniã, Reserva Extrativista (RESEX) do Cuniã, estando incluída no “arco de desmatamento” da Amazônia responsável por 80% dos desmatamentos na Amazônia (FEARNSIDE, 2009). Também por contar com legislação específica que permite a utilização sustentável de seus recursos naturais através de manejos florestais.

A Flona do Jamari, criada em 1984 através do Decreto nº 90.224 (BRASIL, 1984), foi estabelecida em uma área tradicional de mineração, permitindo-se, no entanto, a continuidade das atividades de mineração, inserida no próprio decreto de criação.

A ocupação da Flona do Jamari teve como atividade econômica mais ativa a exploração de cassiterita na década de 1960. Primeiro de forma manual e a partir de 1970 de maneira mecanizada. Atualmente, atividades econômicas como a agropecuária contribuem para a modificação da paisagem de seu entorno.

A substituição da cobertura vegetal nativa vinculada ao intenso processo de antropização tem proporcionado modificações da paisagem do entorno da Flona do Jamari, ocasionando o aumento da fragilidade ambiental. Seu processo de ocupação tem sido marcado primeiro por desmatamento de parte de um determinado lote e, em seguida, são desenvolvidas atividades agropecuárias com culturas perenes, capoeira e pastagens (MATTOS & YOUNG, 1991).

Dados socioambientais disponíveis como, por exemplo, RONDÔNIA (2002), INPE (2014) e INPE (2015), nem sempre são possíveis de integração e acabam inviabilizando a compreensão mais abrangente da região. O emprego da geotecnologia possibilita a integração desses dados, permitindo a realização de novos estudos como, por exemplo, a avaliação da fragilidade ambiental com parâmetros relacionados à vulnerabilidade natural à erosão.

O geoprocessamento permite a aplicação de bancos de dados para armazenagem e recuperação de informações, integrando várias disciplinas e apresentando informações associadas a mapas digitais georreferenciados (ROCHA, 2000; DALL'IGNA, 2005; CÂMARA et al., 1996; SILVA & MANIESI, 2005; CHELLY & MANIESI, 2008). Representa possibilidades de estudos geotecnológicos como, por exemplo, de vulnerabilidade natural à erosão como no caso da Flona

do Jamari e seu entorno, integrando suas características do meio físico associado com trabalhos de campo, possibilitando indicação de situações de planejamento regional e local.

Desta forma, este trabalho apresenta como objetivo geral analisar a dinâmica geoambiental no contexto do desenvolvimento regional da Floresta Nacional do Jamari e o seu entorno. Seus objetivos específicos são os seguintes: utilizar a álgebra de mapas para elaboração de modelos numéricos de terreno; avaliar vulnerabilidade natural à erosão na Floresta Nacional do Jamari e entorno com validação em trabalhos de campo; e avaliar a dinâmica de ocupação histórica desde a década de 1970 da Floresta Nacional do Jamari.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E A FLORESTA NACIONAL DO JAMARI

As Unidades de Conservação são criadas pelo poder público nas esferas federal, estadual e municipal. São regulamentadas através da Lei federal nº 9.985 (BRASIL, 2000), sendo divididas em dois grupos: de uso sustentável e de proteção integral.

A Floresta Nacional do Jamari refere-se a uma unidade de conservação de uso sustentável, integrando o Sistema Nacional de Conservação da Natureza (SNUC), sendo administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) com a possibilidade de ser gerida de forma direta ou por meio de concessão florestal. O seu objetivo é a promoção do uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas. Sua população tradicional que a habita desde sua criação pode permanecer nela, em conformidade com o disposto em regulamento e no Plano de Manejo da unidade (BRASIL, 2000).

A Lei Federal nº 9.985 (BRASIL, 2000), estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e em seu artigo 27, parágrafo primeiro, determinando que o plano de manejo deve abranger a área da unidade de conservação, a sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas.

Corredores ecológicos, como por exemplo, a sequência Flona do Jacundá, ESEC Samuel, ESEC Cuniã e RESEX do Cuniã, têm por objetivo ligar as Unidades de Conservação separadas por atividades antrópicas, o que diminui o efeito de fragmentação dos ecossistemas e proporciona o deslocamento da fauna, ampliando a cobertura vegetal e a dispersão de sementes.

A Lei Federal nº 9.985 (BRASIL, 2000), em seu artigo 2º, inciso XIX define corredor ecológico como:

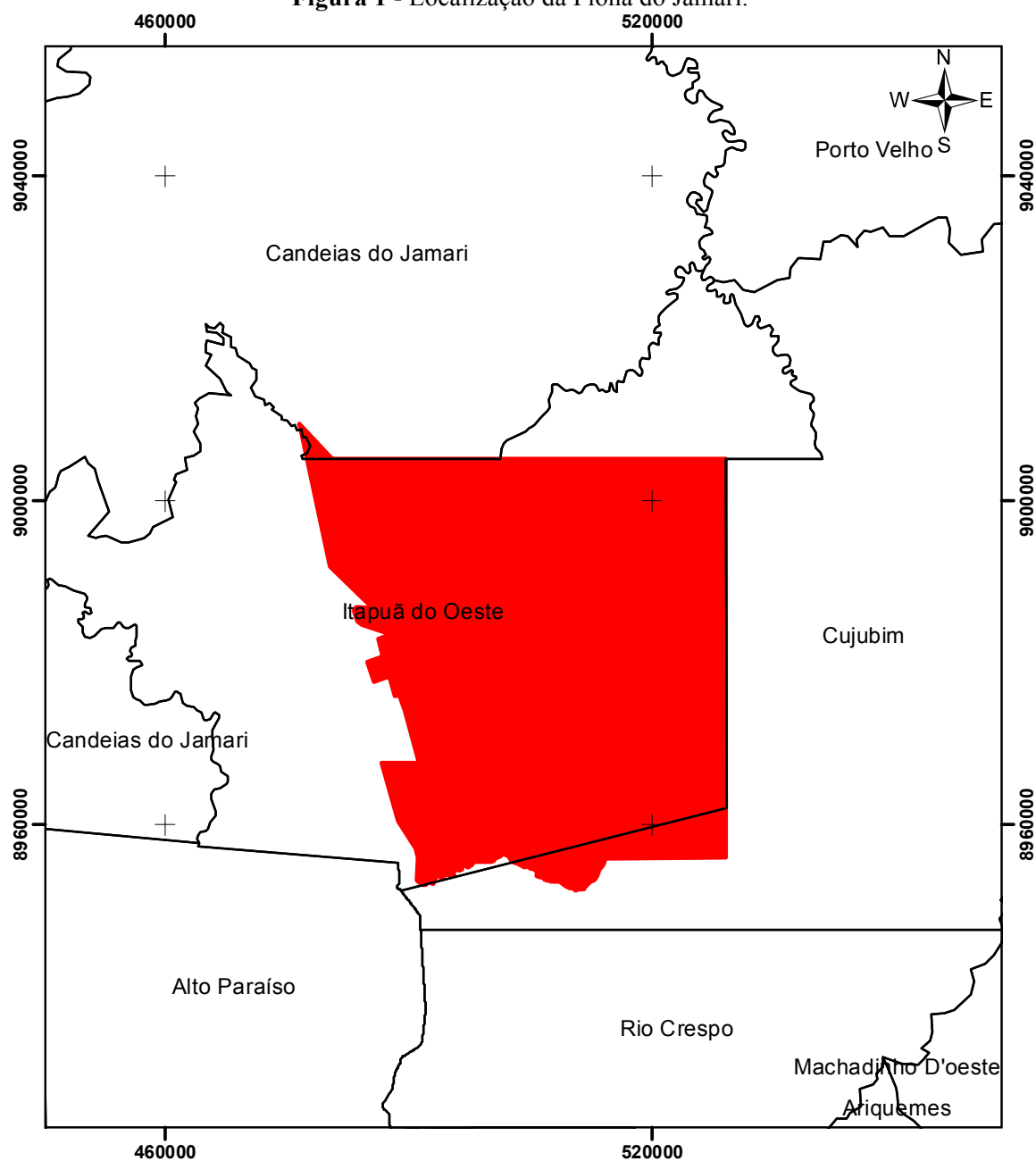
XIX - corredores ecológicos: porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais.



Os corredores ecológicos representam, portanto, uma nova forma de conservação da biodiversidade, permitindo a diversidade genética das biotas da região.

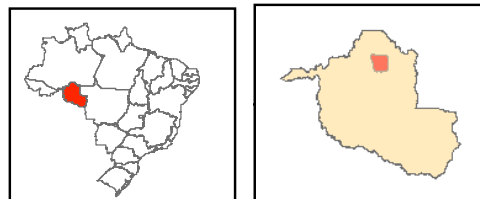
1.2 A FLORESTA NACIONAL DO JAMARI

1.2.1 LOCALIZAÇÃO

A Floresta Nacional do Jamari está localizada a 90 km da cidade de Porto Velho. O acesso à Floresta pode ser realizado pela BR-364, partindo-se de Porto Velho em direção à Cuiabá (MT). Está compreendida entre os meridianos 62°44'05" e 63°16'54" e paralelos 9°00'00" e 9°30'00" (Figura 1) e inserida nos municípios de Itapuã do Oeste, Cujubim e Candeias do Jamari, correspondendo a uma área aproximada de 215.000 hectares.

Figura 1 - Localização da Flona do Jamari.**Legenda**

-  Flona do Jamari
-  Limite Municipal

Localização**FONTE:**

Limite da Flona do Jamari - ICMBio, 2014;
 Limites de Municipais - IBGE, 2014.

1.2.2 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

Geologia

O Estado de Rondônia abrange a porção sul-ocidental do Cráton Amazônico, originado por uma evolução geológica policíclica, que resultou na formação de substrato rochoso gerado a partir de 1,78 Ga. Esse substrato é resultante de sucessivos episódios de magmatismo, metamorfismo, sedimentação e deformação que culminaram na formação de diversos materiais rochosos e de depósitos minerais que foram retrabalhados, em parte, por eventos orogenéticos mais jovens do sudoeste do Cráton Amazônico (ADAMY, 2010).

As unidades geológicas encontradas na região da Flona do Jamari e seu entorno (Figura 2) serão descritas a seguir:

Complexo Jamari - Lobato et al. (1966) realizaram os primeiros trabalhos em Rondônia que reuniram como as rochas mais antigas e de natureza metamórfica, os gnaisses, migmatitos e anfibolitos, denominando de Pré-Cambriano. Souza et al. (1975), retomam os trabalhos na década de 70 e agrupam as mesmas litologias denominadas de Pré-Cambriano, juntamente com granitos anatóticos, charnockitos e granulitos e denominaram de Complexo Basal, designação que seria também adotada por Lima et al. (1976), porém sem incluir as rochas de mais alto grau de metamorfismo. Posteriormente Leal et al. (1978), ao mapearem a Folha Porto Velho, estenderam o termo Complexo Xingu aplicável na Amazônia Oriental.

Complexo Jamari foi inicialmente proposto por Isotta et al. (1978) para um conjunto de rochas polideformadas e metamorfasadas em médio a alto grau, compostas por gnaisses, migmatitos, granitos, anfibolitos e granulitos. Já Scandolara et al. (1999) limitaram ao Complexo Jamari as rochas ortoderivadas e as áreas com compostas por paragneisses, xistos e migmatitos que passaram a constituir o Complexo Gnáissico-Migmatítico Jaru.

Quadros et al. (2007) redefiniram a unidade que passa a compor-se de ortognaisses tonalíticos e quartzo-dioríticos com intercalações subordinadas de lentes de enderbitos, gnaisses calcissilicáticos e raros anfibolitos. O conjunto exhibe grau variável de migmatização e milonitização e as rochas paraderivadas passam a constituir outra unidade litoestratigráfica descrita adiante sob a denominação de Suíte Metamórfica Quatro Cachoeiras, muito embora alguns litotipos de paraderivação, que carecem de dados geológicos conclusivos, continuem fazendo parte do complexo.

As idades desse complexo foram obtidas em ortognaisses tonalíticos, quartzodioríticos e enderbíticos, apresentando idades U-Pb de 1750 ± 24 Ma, 1761 ± 3 Ma e 1730 ± 22 Ma, respectivamente (PAYOLLA et al., 2002; SANTOS et al., 2002). Por outro lado, a deformação e o metamorfismo superimpostos nas rochas do Complexo Jamari registram idades em torno de 133 Ma (SANTOS et al., 2003).

Suíte Intrusiva Serra da Providência - Leal et al. (1976) definiram como Granito Serra da Providência as intrusões com textura rapakivi que afloram na serra homônima. Tassinari et al. (1984) denominaram de Suíte Intrusiva Serra da Providência. Já Rizzotto et al. (1995) incluíram os corpos de gabro, charnockito e mangerito, Bettencourt et al. (1997) adicionaram o mangerito do Maciço União e o charnockito de Ouro Preto e Scandolara et al. (1999) vários stocks deformados e intrusivos no Complexo Jamari. As rochas da Suíte Intrusiva Serra da Providência têm ampla distribuição na porção centro-norte de Rondônia, identificada com um expressivo conjunto de corpos granitóides, sendo o batólito Serra da Providência e vários stocks que se estendem inclusive aos Estados do Mato Grosso e Amazonas. Tratam-se de granitos intrusivos no Complexo Jamari, embora sejam raras as evidências diretas de relações de contato, como xenólitos da encaixante nos granitos.

As idades geocronológicas dos granitos apresentam amplo espectro, desde 1606 ± 24 Ma, 1573 ± 15 Ma 1566 ± 5 Ma e 1554 ± 47 Ma (BETTENCOURT et al., 1999).

Suíte Intrusiva Santa Clara - Kloosterman (1968) descreve rochas, a nordeste de Santa Clara, com a denominação de Complexo de Oriente, o qual ocorre como corpo com 8-10 km de diâmetro e que sustenta a serra homônima e consiste de complexa mistura de biotita-granito, microgranito, quartzo-pórfito e topázio-greisen. Isotta et al. (1978) denominam de Maciço Oriente Novo o granito rapakivítico da região de Oriente Novo, bem como a caracterização da natureza vulcano-plutônica. Bettencourt et al. (1997), com base em dados geocronológicos, agrupam os maciços graníticos de Santa Clara, Oriente Velho, Oriente Novo e Manteiga sob a denominação de Suíte Intrusiva Santa Clara. Os maciços da suíte ocorrem ao longo da bacia hidrográfica dos rios Machadinho e Preto.

As rochas da suíte são predominantemente maciças, afetadas somente por falhas normais de direção predominante N10E e os dados isotópicos U-Pb em zircão obtidos por Bettencourt et al. (1999) indicaram que as idades na faixa de 1080 a 1082 anos.

Diferentes estilos de mineralizações de cassiterita e elementos associados ocorrem nos granitos da suíte e compreendem stockwork em greisens, lodes de quartzo-cassiterita e quartzo-cassiterita-wolframita, veios de quartzo-topázio-fluorita, pegmatitos com albita, microclínio, berílio, topázio, molibdenita e cassiterita.

Granitos Jovens de Rondônia - Younger Granites de Rondônia, sobre esta denominação (KLOOSTERMAN, 1968) incluiu vários complexos graníticos situados principalmente na porção centro-oriental do estado de Rondônia. Mais tarde, Tassinari (1984) incluiu todos os granitos com idade de 997 mais ou menos 40Ma, na Suíte Rondoniana e, mais recente Bettencourt et al. (1997), os datou na faixa de 998-991Ma.

Os dados geocronológicos indicam um magmatismo de curta duração, restrito às áreas de Ariquemes e Porto Velho, possivelmente relacionado à movimentação final das transcorrências N-S e NE-SW que limitam os complexos Jaru/Jamari.

Ocorrem como batólitos e stocks epizonais multifásicos e apresentam forma subcircular variando de 2 a 25km de diâmetro, natureza típica cratogênica, de característica subvulcânicas, intrusivos nas rochas do complexo Jamari. Predominam as litologias: biotita monzogranito e sienogranito porfirítico, biotita sienogranito e alcalifeldspato granito, albita granito e quartzo-feldspato pórfiro. A maioria dos granitos contém mineralizações de Sn, W, Nb-Ta, Be e F, em parte associadas às fases tardias do magmatismo representadas por albita-leucogranitos

Coberturas Detrito-Lateríticas - Ocorrem na região de estudo são crostas lateríticas ferruginosas, com ou sem perfis completos, e depósitos detríticos resultantes de sua decomposição e os subjacentes parcialmente ferruginizados. Quando em perfis completos e preservados, sustentam grande parte do relevo. A porção superior dos perfis é, em geral, colunar/concrecionário.

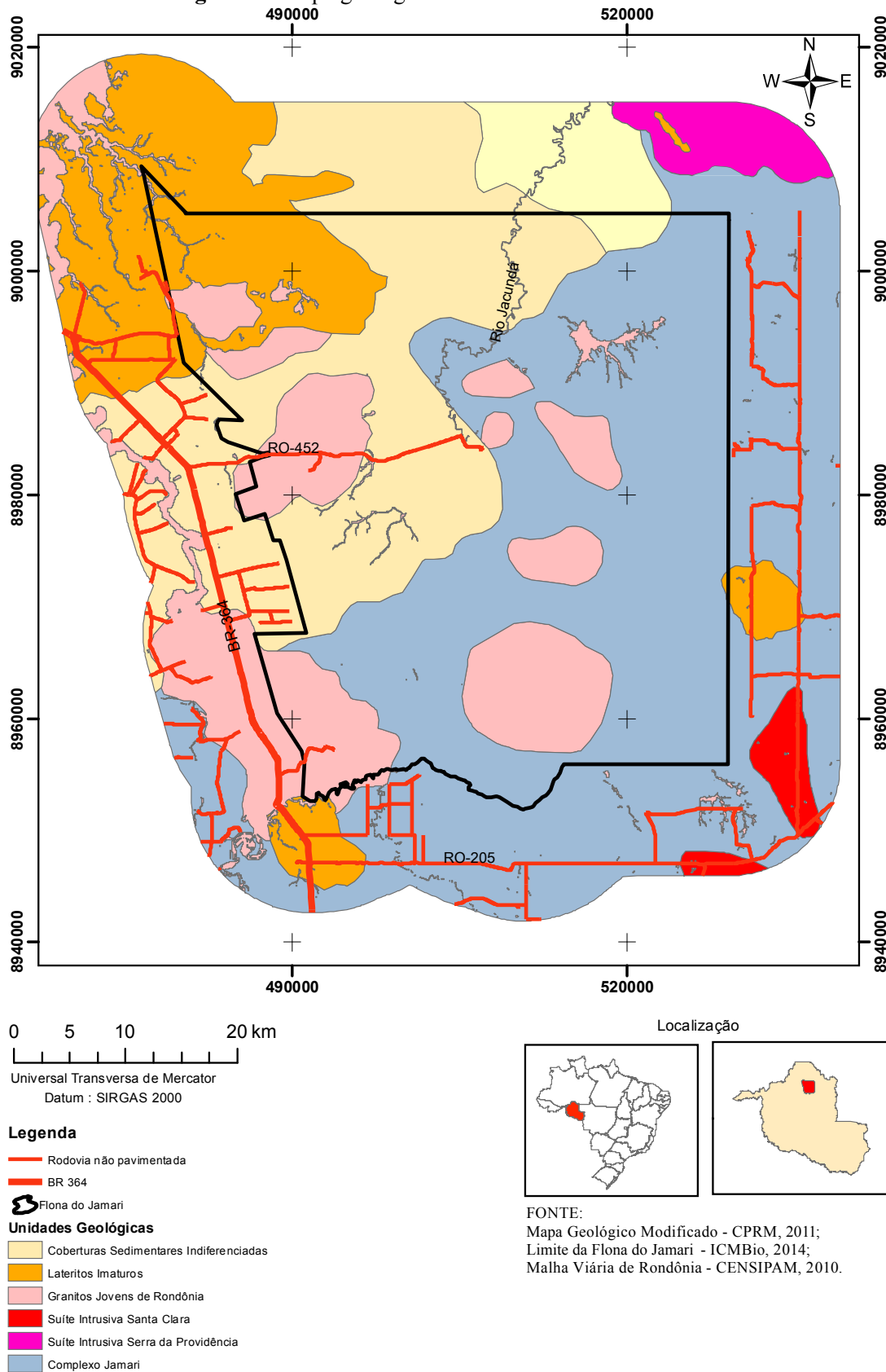
Nas encostas aflora a parte intermediária dos perfis, caracterizada por horizonte mosqueado parcialmente coberto por colúvios/alúvios areno-argilosos. Além de perfis ferruginosos, incluem-se na unidade sedimentos argilo-arenosos e cascalhos compostos por clastos angulosos de quartzo leitoso e fragmentos nodulares e pisólitos de topo-sequências lateríticas, cobertos por latossolos. Os sedimentos desta unidade contrastam com os mais modernos pelo seu avançado endurecimento.

Terraços Fluviais - Os depósitos de terraço ocorrem ao norte da Flona do Jamari, os terraços são sustentados por sedimentos mal selecionados representados por cascalho, areia, argila e níveis de turfa, posicionados acima do nível médio das águas dos rios atuais. Os terraços representam antigas planícies de inundação e canais fluviais semelhantes aos atuais, ativos durante períodos quentes do Pleistoceno.

Coberturas Sedimentares Indiferenciadas – Para essa unidade geológica, Schandolara et al. (1999) atribuem idade pliopleistocênica e a interpretam como de leques aluviais, canais fluviais, planícies de inundação e lacustres, constituídos de uma variedade de materiais que vão desde cascalhos até argilas lateritizadas.

Esta unidade também inclui lateritos imaturos desmantelados, áreas argilo-arenosas com fragmentos subangulosos de laterito, bem como elúvio-colúvios imaturos, pouco espessos e compostos por areias mal selecionadas, siltes e argilas impregnadas com óxidos e hidróxidos de ferro.

Figura 2 - Mapa geológico da Flona do Jamari e entorno.



Solos

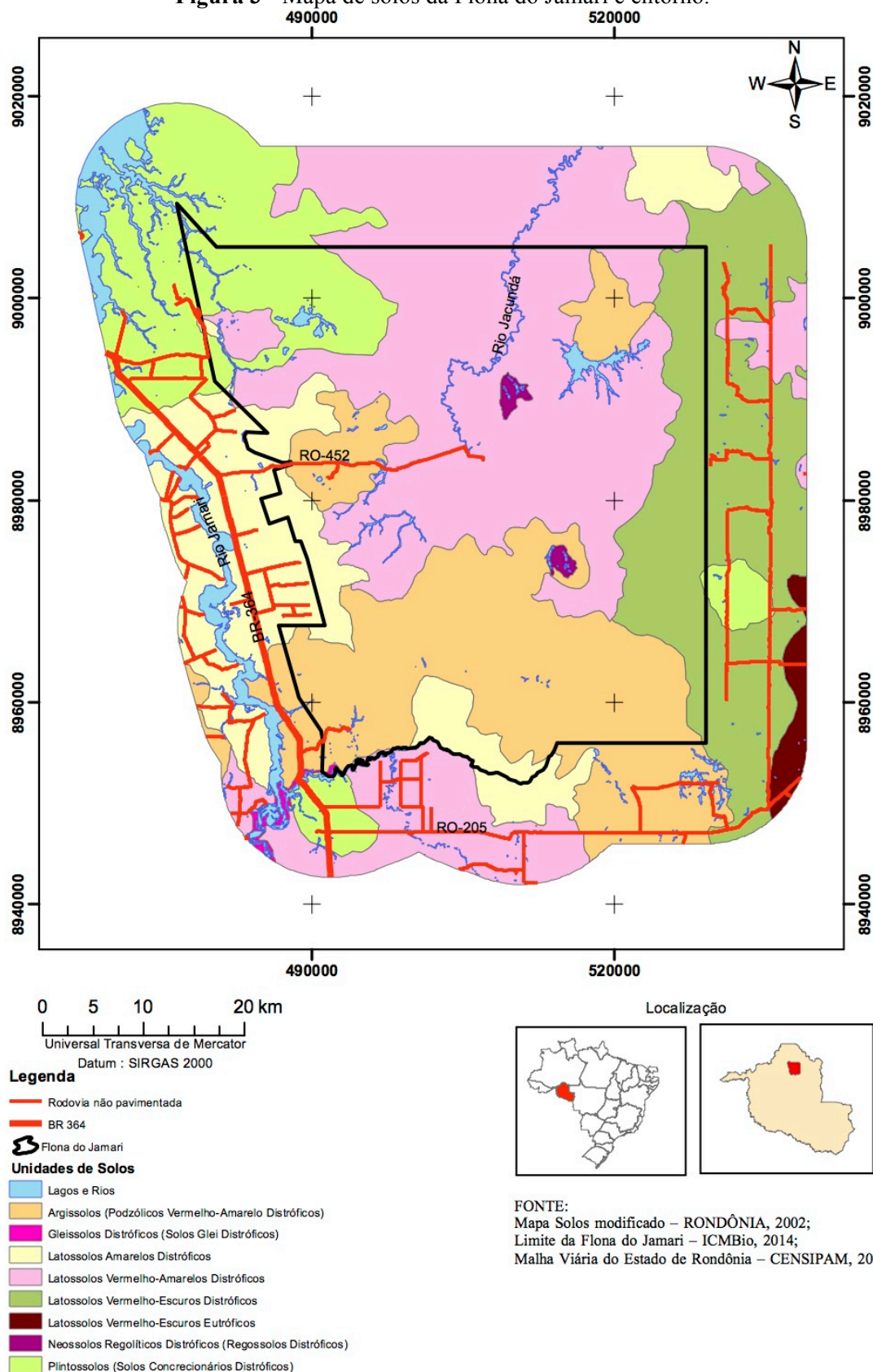
Em relação à caracterização do solo estudos realizados pelo Projeto Radambrasil (RADAMBRASIL, 1978) e o Zoneamento Sócio Econômico e Ecológico do Estado de Rondônia (RONDÔNIA, 2002), indicam, na área de estudo, a presença predominantemente da classe de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico e Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico (Figura 3), as características de solos são descritas:

Latossolos – Tratam-se de solos bem desenvolvidos e pouco suscetíveis aos processos erosivos com ocorrência geralmente em topografias mais suaves (CREPANI et al., 2001).

Regossolo - São solos pouco desenvolvidos (menor ou igual a 0.5 m de profundidade) e ocorrem em relevo ondulado a escarpado próximo ao afloramento de rocha. Sua fertilidade natural varia conforme o tipo de rocha, predominando a fertilidade natural média a alta. Apresenta quantidade significativa de fragmentos de rochas na superfície.

Gleissolos - Sua formação ocorre a partir dos processos de redução influenciada pelo lençol freático que satura o solo com água em um determinado período do ano. Predomina a textura argilosa, baixa fertilidade natural, mal drenado e ocorrem em relevo plano.

Figura 3 - Mapa de solos da Flona do Jamari e entorno.



Geomorfologia

A área da Flona do Jamari e entorno apresenta mudanças na paisagem pouco significativas no que diz respeito a expressões regionais de relevo, com a altitude variando de aproximadamente 85 m, na calha dos rios, a aproximadamente 190 m, no alto dos morros (Figura 4).

Predomina o Domínio das Superfícies Aplainadas do Sul da Amazônia, que constitui o mais extenso domínio geomorfológico de Rondônia, ocupando toda a porção central do estado (RADAMBRASIL, 1978; ADAMY, 2002). Em âmbito regional este domínio geomorfológico destaca-se por extensas áreas arrasadas em função de prolongados eventos de erosão generalizada ao longo do Neógeno e pela sua característica estabilidade tectônica (DANTAS & ADAMY, 2010). Apresenta cotas que variam entre 100 e 300 m e notabilizam-se pela ocorrência de extensas áreas aplainadas levemente entalhadas pela rede de drenagem (RADAMBRASIL, 1978). São frequentemente recobertas por coberturas detritolateríticas parcialmente desnudadas, gerando baixos platôs lateríticos (ADAMY, 2002), como nas porções oeste e nordeste da área de estudo. Outra característica deste domínio de aplanamento regional é que por extensas áreas esta paisagem de superfícies aplainadas é interrompida e apresenta relevo do tipo colinoso de baixa amplitude que expõem um significativo número de feições residuais em meio às superfícies aplainadas, como inselbergs e pequenas cristas ou baixos alinhamentos de morrotes (DANTAS & ADAMY, 2010).

Na área da Floresta Nacional do Jamari e entorno, identificam-se cinco feições geomorfológicas, sendo as seguintes: Áreas Alagadas; Lagos; Planícies Aluviais; Terraços Fluviais; Superfícies de Aplainamento; Agrupamentos Abertos com Colinas/Inselbergs Baixos a Médio; Agrupamentos Densos com Colinas/Inselbergs Médios a Altos (RONDÔNIA, 2000), descritas a seguir.

Áreas Alagadas - As unidades de relevo definidas como Áreas Alagadas apresentam expressão pouco significativa em termos de área, localizando-se principalmente na porção noroeste da Flona Jamari. São unidades que correspondem principalmente a áreas alagadas do setor meridional do lago artificial da Usina Hidrelétrica Samuel, construído no curso médio do rio Jamari.

Lagos - Encontra-se na região centro oeste da Flona do Jamari compreende um tipo de feição geomorfológico gerado por atividades antrópicas associadas à mineração. Constituem-se

de barramento de cursos d'água perenes com modificação do regime hídrico de lótico para lântico. As principais alterações da morfodinâmica estão associadas à elevação local do lençol freático e ao assoreamento de sedimentos no fundo dos reservatórios. Nestas áreas o processo de escoamento tem sua velocidade reduzida e dá-se início a um forte assoreamento do lago em função da alta carga de sedimentos proveniente das cavas e minas.

Planícies Aluviais - Correspondem às áreas marginais aos atuais cursos d'água, podendo sofrer inundações frequentemente nos períodos chuvosos. Ocorrem principalmente na porção noroeste da área de estudo e em estreitas faixas não mapeável na escala de trabalho, porém observados em trabalhos de campo, são sedimentos aluviais inconsolidados em terrenos planos, eventualmente associados a terrenos alagadiços e pântanos.

Superfícies de Aplainamento - São formas de relevo denudacionais elaboradas por processos de denudação (intemperismo e erosão) responsáveis pelo seu rebaixamento progressivo do terreno. Tratam-se de áreas de erosão atual e subatual ocorridas em sedimentos indiferenciados (Quaternário-Neogênico) e em rochas proterozóicas. O projeto Radambrasil as define com o nome de Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental e as descreve como extensa área aplainada conservada, cuja altitude situa-se entre 200 e 250 m, com trechos de dissecação muito suave originando interflúvios tabulares (MELO et al., 1978).

Superfícies de Aplainamento com Dissecação Baixa e Nenhum ou Esporádicos Inselbergs e Tors - Apresentam-se como a de maior expressão na Flona do Jamari e seu entorno. São unidades geomorfológicas que correspondem a superfícies planas com esporádicos ou nenhum *inselberg*, exibindo interflúvios entre 1.750 e 3.000 m, com aprofundamento dos vales que na média não ultrapassa os 20 m. Os solos são predominantemente do tipo Latossolo Amarelo Distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico.

Superfícies de Aplainamento com Dissecação Baixa e Muitos Tors e Hillocks Residuais - Encontram-se localizadas na porção norte da Flona do Jamari como “ilhas” na unidade de relevo Superfícies de Aplainamento com Dissecação Baixa e Nenhum ou Esporádicos Inselbergs e Tors. Ocorrem com altitudes médias entre 200 e 300 m, correspondem a superfícies planas com muitos *tors* e *hillocks* residuais, apresentando interflúvios entre 1.750 e 3.000 m com aprofundamento dos vales que na média não ultrapassa os 20 m. Os solos, que apresentam boa drenagem, são predominantemente do tipo Concrecionário Distrófico e Latossolo Amarelo

Distrófico na porção norte e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico e Podzólico Amarelo Distrófico na porção sul.

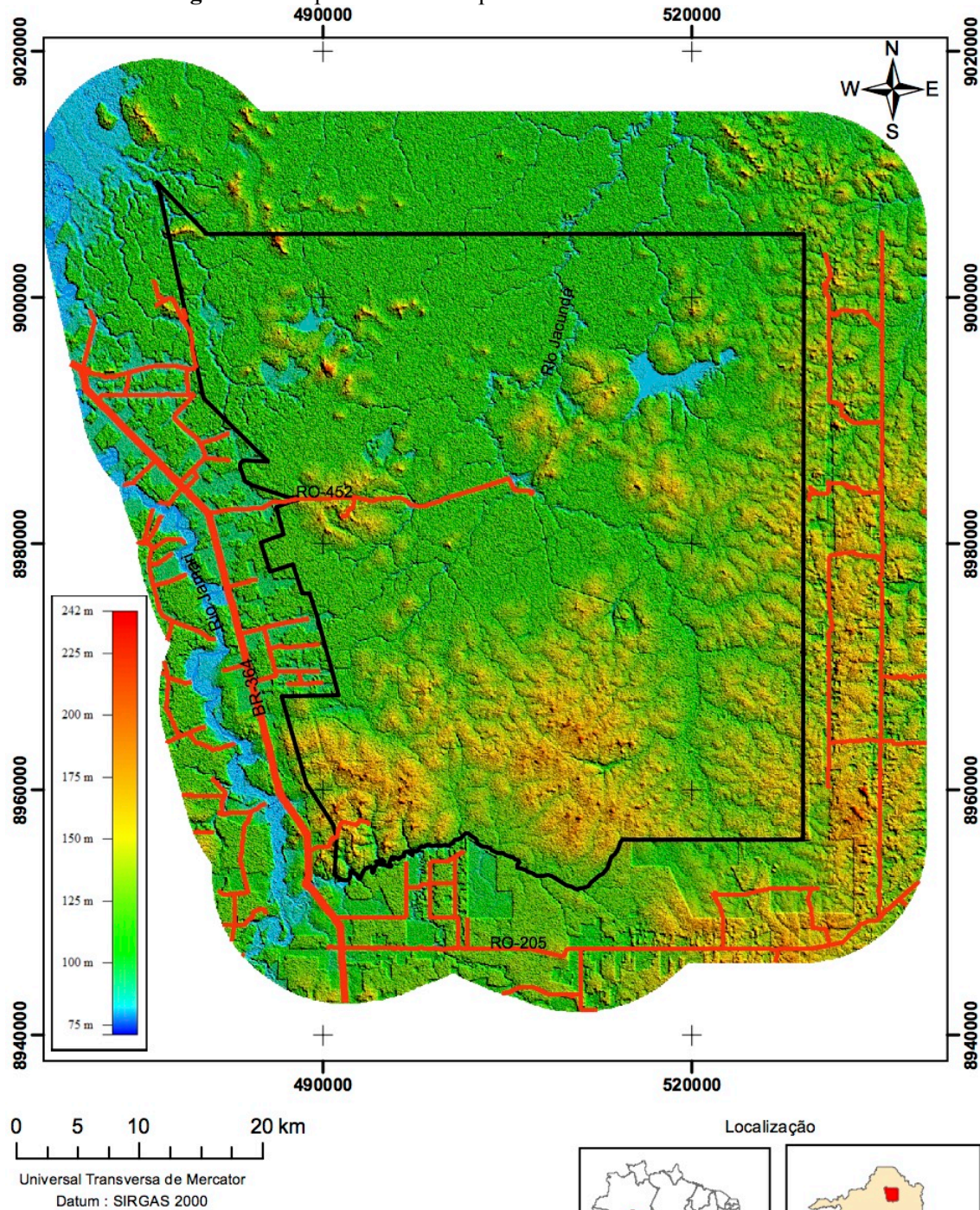
Superfícies de Aplainamento com Dissecação Média e Nenhum ou Esporádicos Inselbergs e Tors - São formas de relevo localizadas na área de entorno da Flona do Jamari. O nivelamento desta superfície de aplainamento, atualmente sendo dissecada pelo sistema fluvial e instalado juntamente com o clima úmido, ocorre entre altitudes de 200 e 300 m. Apresentam aprofundamentos dos vales inferiores a 20 m com dimensões interfluviais entre 750 e 1.750 m, sendo a densidade de drenagem caracterizada como média e o padrão de drenagem do tipo dendrítico a subdendrítico. São Superfícies de Aplainamento formadas sobre sedimentos indiferenciados quaternários-neogênicos com solos Podzólicos Vermelho-Amarelo Distrófico.

Superfícies de Aplainamento com Dissecação Média e Muitos Tors e Hillocks Residuais - Correspondem ao conjunto de relevos representando a segunda unidade geomorfológica em expressão área na Flona do Jamari e seu entorno. São superfícies aplainamento entre os 200 e 300 m de altitude com muitos *tors* e *hillocks* residuais. O aprofundamento dos vales é inferior a 20 m, com dimensões interfluviais entre 750 e 1.750 m, com densidade de drenagem média e o padrão da drenagem do tipo dendrítico ou subdendrítico. Os solos, bem drenados, presentes nesta unidade, são variados em função de sua ampla distribuição espacial.

Agrupamentos abertos de Colinas/Inselbergs Baixos e Médios - São superfícies planas com colinas e morros. As colinas apresentam topos convexos com vertentes retilíneas e convexas. Os vales com largura entre 1.750 e 750 m, são encaixados sem presença de planície fluvial, sendo a rede de drenagem caracterizada como dendrítica a subdendrítica. Os solos são bem drenados do tipo concrecionários distróficos.

Agrupamentos Densos com Colinas/Inselbergs Médios e Altos – Tratam-se de superfícies planas com colinas e morros, com colinas exibindo topos convexos, vertentes retilíneas e convexas. Os vales com largura aproximada de 750 m são encaixados com ausência de planície fluvial, sendo que a rede de drenagem é caracterizada como dendrítica a subdendrítica. Os solos são bem drenados de tipo concrecionários distróficos.

Figura 4 - Mapa de altimetria para Flona do Jamari e seu entorno.



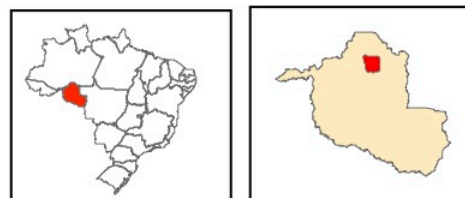
Legenda

— Rodovia não pavimentada

— BR 364

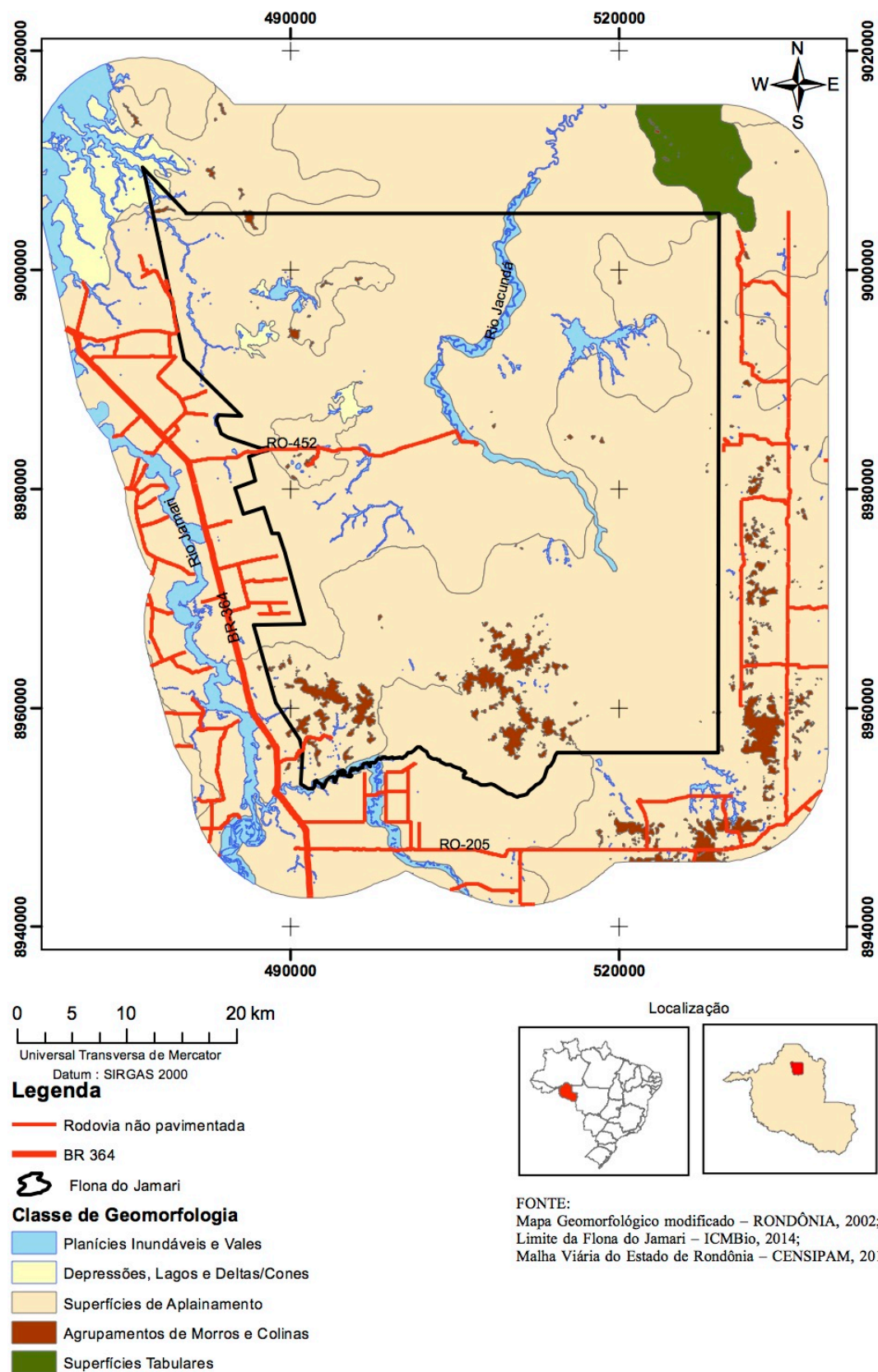
Flona do Jamari

Localização



FONTE:
Shuttle Radar Topography Mission – NASA, 2000;
Limite da Flona do Jamari – ICMBio, 2014;
Malha Viária do Estado de Rondônia – CENSIPAM, 2010.

Figura 5 - Mapa de geomorfologia para Flona do Jamari e seu entorno.

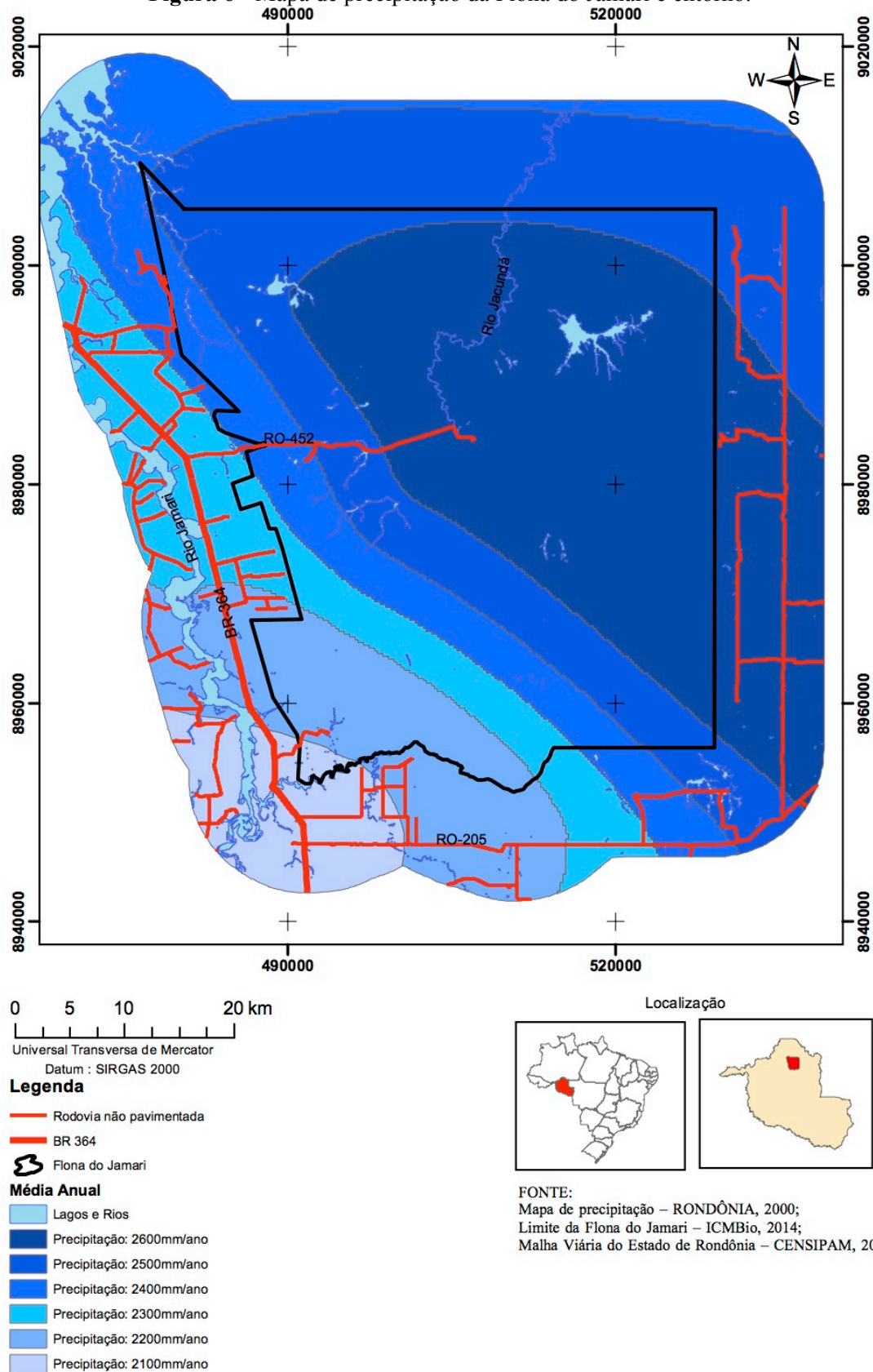


Precipitação e Temperaturas

O clima da região é caracterizado por ser quente e úmido, com temperaturas médias de 24°C, e precipitação pluvial anual de 2550 mm (Figuras 6), tendo seus máximos entre os meses de dezembro e março. A umidade relativa do ar fica em torno de 80% a 85%, havendo uma estação seca bem definida, com seu período mais crítico no período de julho a agosto (LONGO et al., 2011).

Koppen classifica a área como clima Tropical Chuvoso tendo a característica por possuir um período seco durante a estação de inverno, ocorrendo um grande déficit hídrico durante o período de estiagem (IBAMA, 2005a).

Figura 6 - Mapa de precipitação da Flona do Jamari e entorno.



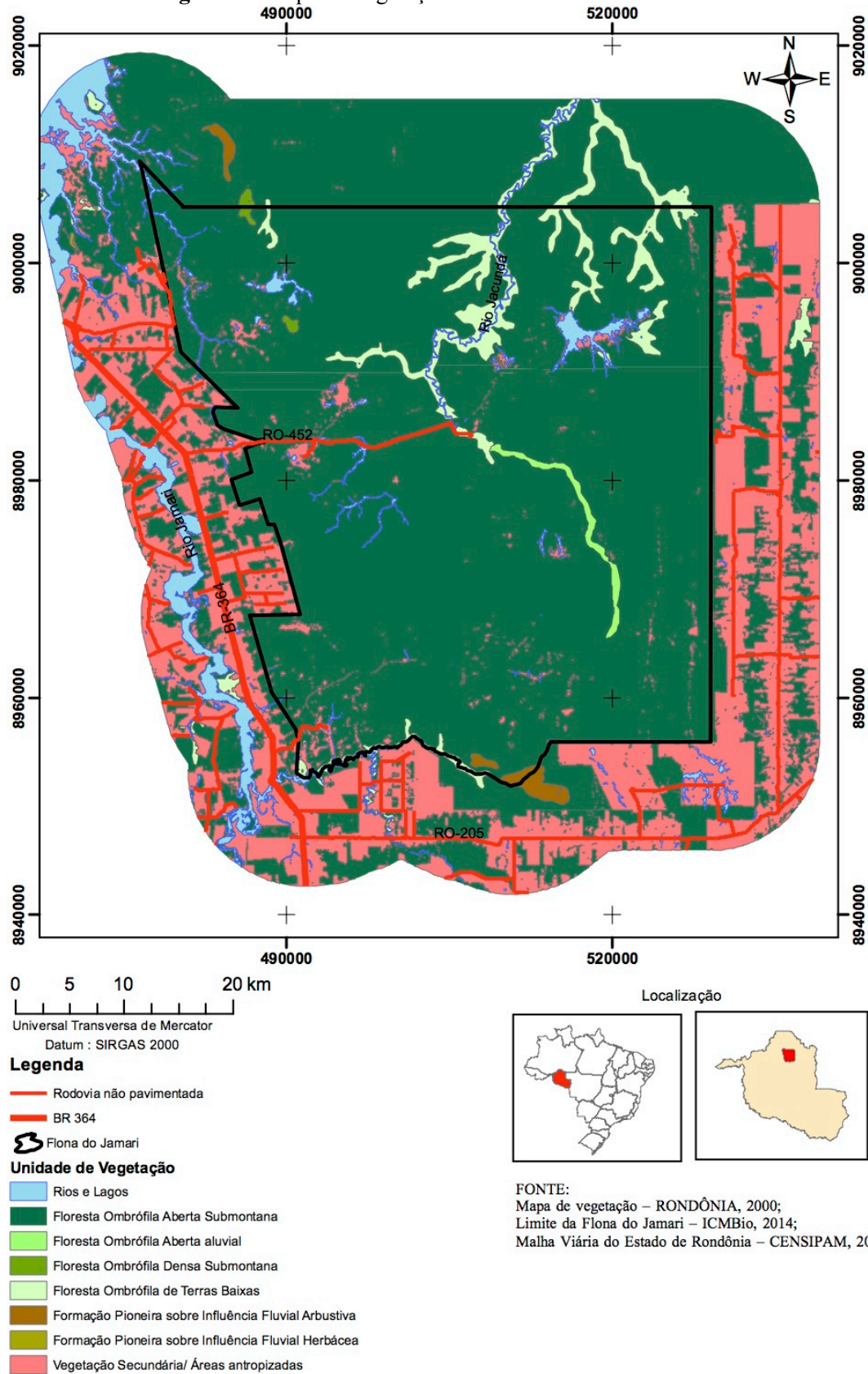
Vegetação

De acordo com o IBGE (2006), a Flona do Jamari possui uma cobertura vegetal predominantemente de Floresta Ombrófila Aberta Submontana. Como fitoflora há a presença de Floresta Ombrófila de Terras Baixas ao longo de igarapés com maior concentração ao norte. As vegetações secundárias e áreas antropizadas estão localizadas ao oeste, sul e leste dos limites da Flona do Jamari e algumas ocorrências em regiões de mineração (Figura 8).

Suas principais caracterizações na área de estudo são:

- a) **Floresta Ombrófila Aberta:** as subformações deste tipo de vegetação que ocorrem na região são: as Florestas Ombrófilas Abertas Submontana e Terras Baixas.
- b) **Floresta Ombrófila Densa:** as subformações deste tipo de floresta que ocorrem na área são: as Florestas Ombrófilas Densas e Florestas Ombrófilas Densas Terras Baixas. Segundo Crepani et al.(2001), esse tipo de vegetação é constituída por árvores que variam de médio a grande porte;
- c) **Formações Pioneiras:** essa possui sempre plantas adaptadas, as condições ecológicas desses ambientes sempre sujeitos à influência de inundações. Na Flona do Jamari este tipo de vegetação é representado por duas subformações: Formações Pioneiras com influência fluvial arbustiva e herbácea.

Figura 7 - Mapa de vegetação da Flona do Jamari e entorno.



1.2.3 DESFLORESTAMENTO

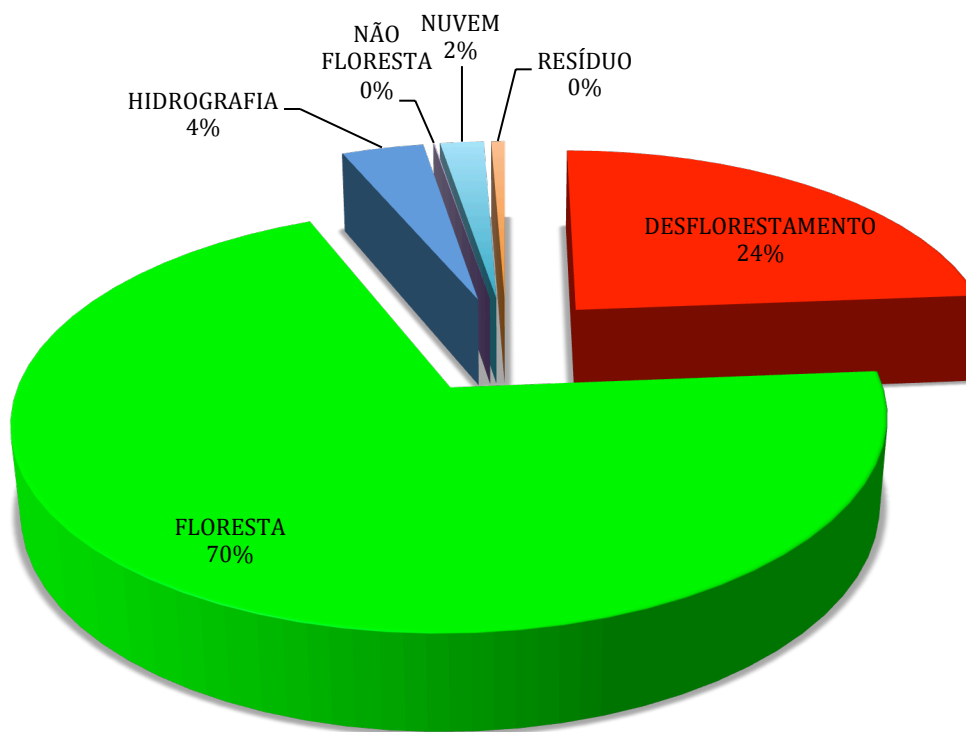
Os dados de desflorestamento para a área de estudo foram obtidos pelo Projeto de Estimativa do Desflorestamento da Amazônia (PRODES) realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espacial - INPE com apoio do Ministério do Meio Ambiente que disponibiliza os dados através do seu sítio eletrônico <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>> .

Com relação aos dados do INPE (2015), observa-se que aproximadamente 70% da Flona do Jamari e seu entorno mantém-se com cobertura de floresta, estando próxima a 24% de áreas desflorestadas (Figuras 8 e 9).

Figura 8 - Quadro com dados do Projeto de Estimativa do Desflorestamento da Amazônia (PRODES) para área de estudo (Fonte: INPE, 2015).

CLASSIFICAÇÃO	ÁREA (ha)	PERCENTUAL
DESFLORESTAMENTO	109.631,05	23,729%
FLORESTA	322.890,16	69,887%
HIDROGRAFIA	17.243,37	3,732%
NÃO FLORESTA	191,08	0.041%
NUVEM	9.202,42	1,991%
RESÍDUO	2.853,34	0.617%
TOTAL	462.011,42	100%

Figura 9 - Gráfico do desflorestamento na Flona do Jamari e seu entorno (Fonte: INPE, 2015).



O quantitativo da área desflorestada ao longo dos anos, iniciando em 1997 (58.858,90 ha), para Flona do Jamari e seu entorno mostra a área de desflorestamento diminuída gradualmente a partir do ano de 2008 (2.001,86 ha) a 2012 (513,53 ha), apresentando em 2013 uma área desflorestada de 1.031,16 ha (Tabela 1).

Tabela 1 - Desflorestamento ao longo dos anos na Flona do Jamari e entorno (Fonte: INPE, 2015).

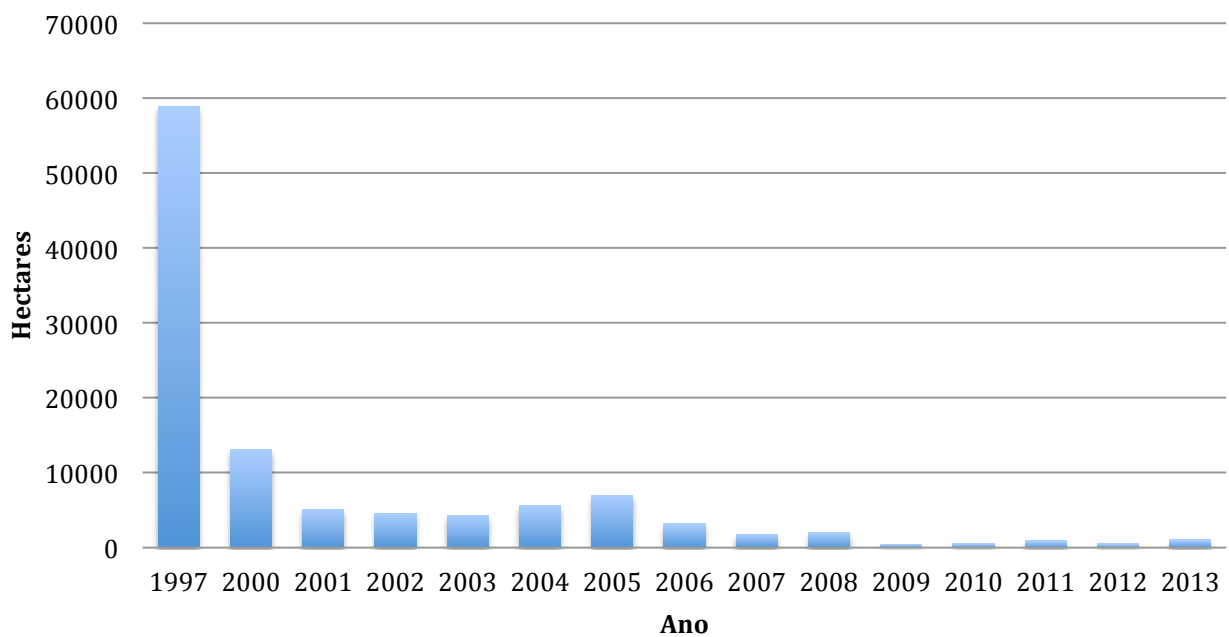
ANO	ÁREA DE DESFLORESTAMENTO (ha)
1997	58.858,80
2000	13.129,55
2001	5.129,52
2002	4.579,15
2003	4.270,24
2004	5.587,74

2005	7.006,98
2006	3.172,69
2007	1.793,18
2008	2.001,86
2009	474,54
2010	560,91
2011	904,78
2012	513,53
2013	1.031,16

Pode-se observar que ao longo dos anos a quantidade de áreas desflorestadas foi diminuindo, porém no ano de 2013 esse valor basicamente dobrou quando comparado ao ano de 2012.

Também é possível observar que houve uma diminuição das áreas desflorestadas para área de estudo, contudo, ainda no ano de 2005, houve um aumento considerável do desmatamento (7.006,98 ha) da área de floresta (Figura 10).

Figura 10 - Área de desflorestamento por ano na Flona do Jamari e entorno (Fonte: INPE, 2015).

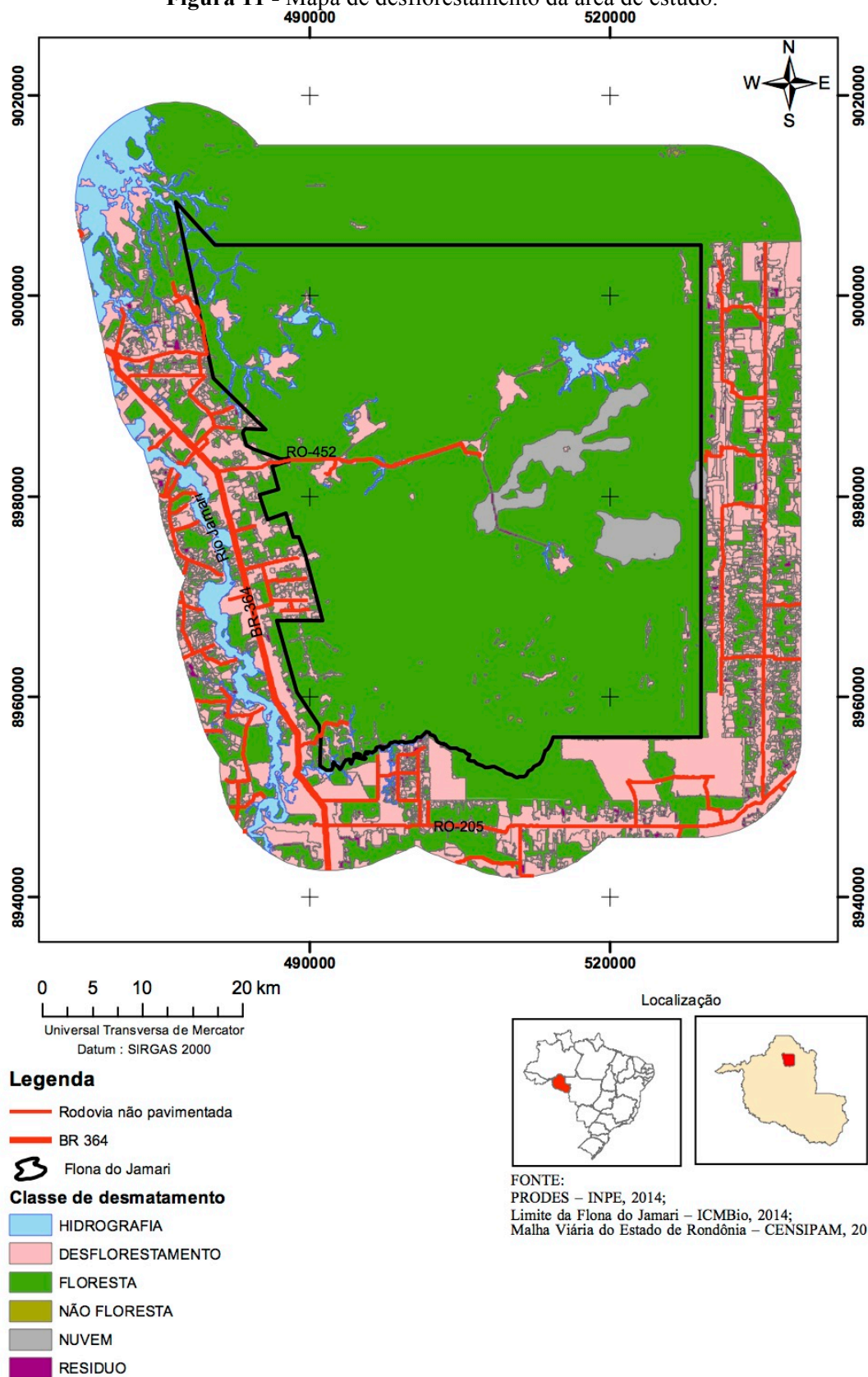


As porções leste e oeste do entorno da Flona do Jamari apresentaram maior intensidade da ação antrópica com relação ao desflorestamento. Dentro dos limites da Flona do Jamari também é possível observar fragmentos de desflorestamentos em áreas tradicionais de mineração de cassiterita. Por outro lado, sua porção norte exhibe ausência de sinais de antropização (Figura 11) em função da presença de áreas de proteção ambiental da ESEC Samuel. Ao analisar apenas a Flona do Jamari com dados do INPE (2015), há uma área desflorestada de aproximadamente 7 mil hectares em uma cobertura florestal nativa de aproximadamente 202 mil hectares (Tabela 2).

Tabela 2 - Desflorestamento para Flona do Jamari (Fonte: INPE, 2015).

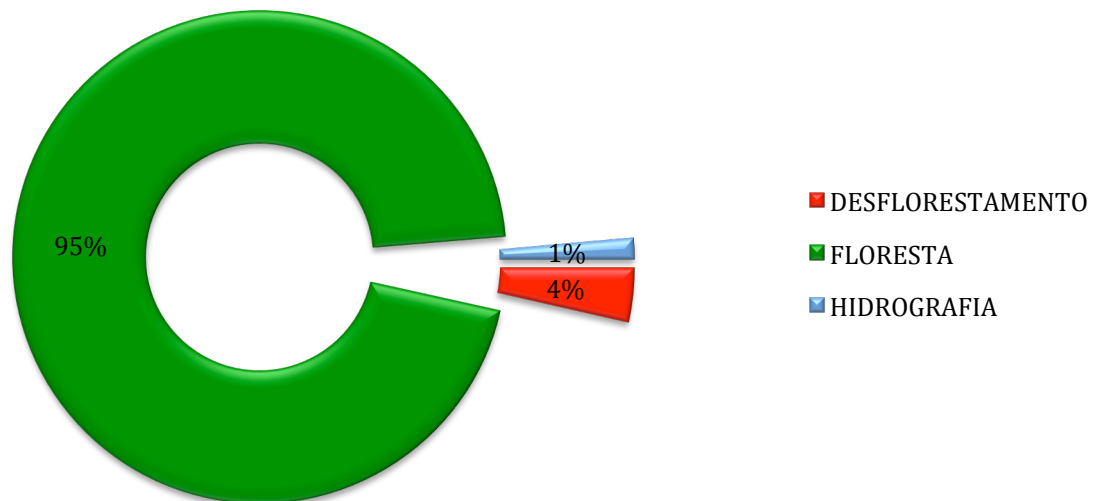
CLASSIFICAÇÃO	ÁREA (ha)
DESFLORESTAMENTO	7.393,88
FLORESTA	202.426,70
HIDROGRAFIA	2.798,02

Figura 11 - Mapa de desflorestamento da área de estudo.



Atualmente (INPE, 2015) no interior da Flona do Jamari, 95% de sua área corresponde a cobertura vegetal, enquanto o desflorestamento representa apenas 4% e 1% sendo correspondente à hidrografia (Figura 12).

Figura 12 - Gráfico de desflorestamento para Flona do Jamari (Fonte: INPE, 2015).



Dentro dos limites da Flona do Jamari também há uma diminuição gradativa dos desflorestamentos, considerando os anos de 1997 a 2010. O ano de 2007 apresenta apenas 0,35 hectares desflorestados e no ano de 2008 uma área de aproximadamente 111 hectares desflorestados (INPE, 2015), (Tabela 3).

Tabela 3 - Desflorestamento ao longo dos anos para Floresta do Jamari (Fonte: INPE, 2015).

ANO	ÁREA DE DESFLORESTAMENTO NA FLONA DO JAMARI (ha)
1997	6.264,92
2000	305,81
2001	117,26
2002	108,54
2003	44,67
2004	160,68
2005	136,71

2006	115,24
2007	0,35
2008	111,10
2009	17,70
2010	10,83

1.2.4 USO DA TERRA

Para estudo e caracterização do uso da terra foram utilizados dados do programa TerraClass, que disponibiliza informações do uso e cobertura da terra na Amazônia Legal. Os dados do ano de 2012 possibilitam a identificação o modo de ocupação do solo na Flona do Jamari e seu entorno.

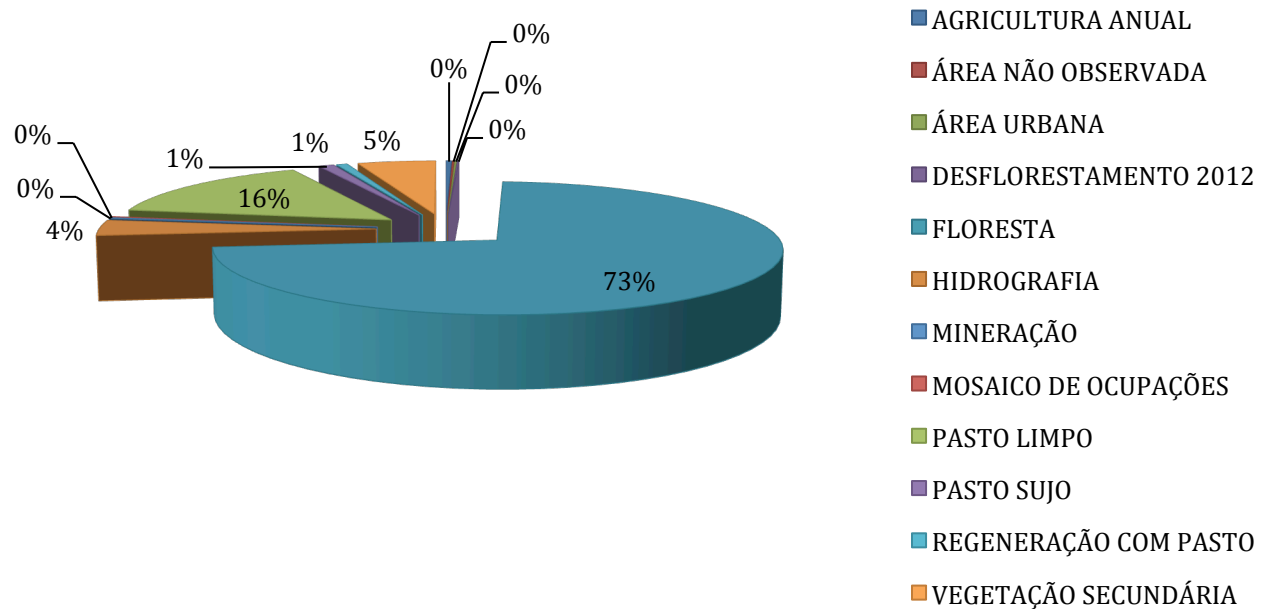
A utilização de pasto limpo representa uma porção de 15,43% da área da Flona do Jamari e seu entorno. A vegetação secundária apresenta uma fatia 5,18%. Em proporção menos significativas de áreas são encontradas regeneração de pasto (0,71%), pasto sujo (1,01%) e área urbana (0,13%) (Figuras 13 e 14). A utilização de solos para atividade de mineração apresentam 0,2% da área de estudo. No entanto, títulos minerários da Flona do Jamari, os dados do Departamento Nacional de Pesquisas Minerais (BRASIL, 2013), mostram diversos requerimentos para lavra de mineração dentro da Flona do Jamari, ou seja, em uma unidade de conservação (Figura 15).

Figura 13 - Quadro do uso do solo Flona do Jamari e seu entorno (Fonte: INPE, 2014).

CLASSIFICAÇÃO	ÁREA(ha)	PERCENTUAL
Agricultura anual	1.622,64	0.35
Área não observada	556,17	0.12
Área urbana	616,66	0.13
Desflorestamento 2012	502.06	0.11
Floresta	333.465,95	72.63
Hidrografia	17862,69	3.89
Mineração	923,08	0.20

Mosaico de ocupações	1.013,65	0.22
Pasto limpo	70.840	15.43
Pasto sujo	4.649,87	1.01
Regeneração com pasto	3.274,58	0.71
Vegetação secundária	23.803,07	5.18

Figura 14 - Uso da terra para Flona do Jamari e seu entorno (Fonte: INPE, 2014).



A distribuição espacial das unidades de uso da terra para Flona do Jamari e seu entorno é possível identificar que, exceto ao limite norte da Flona, por fazer fronteira com a Estação Ecológica do Samuel, evidencia-se o grande interesse para o uso da terra em suas diversas unidades (Figura 16).

Figura 15 - Mapa de títulos minerários da Flona do Jamari e entorno.

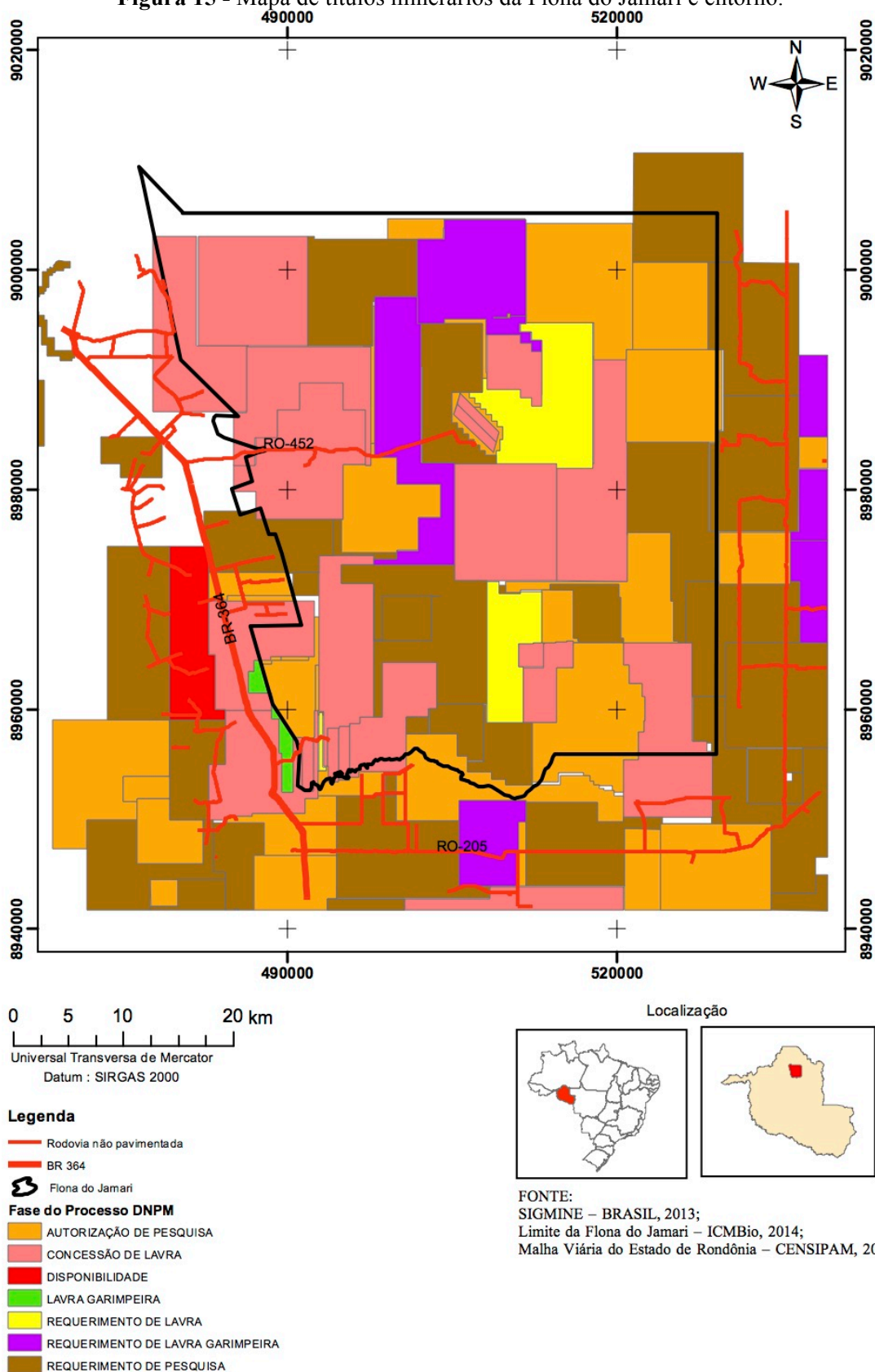
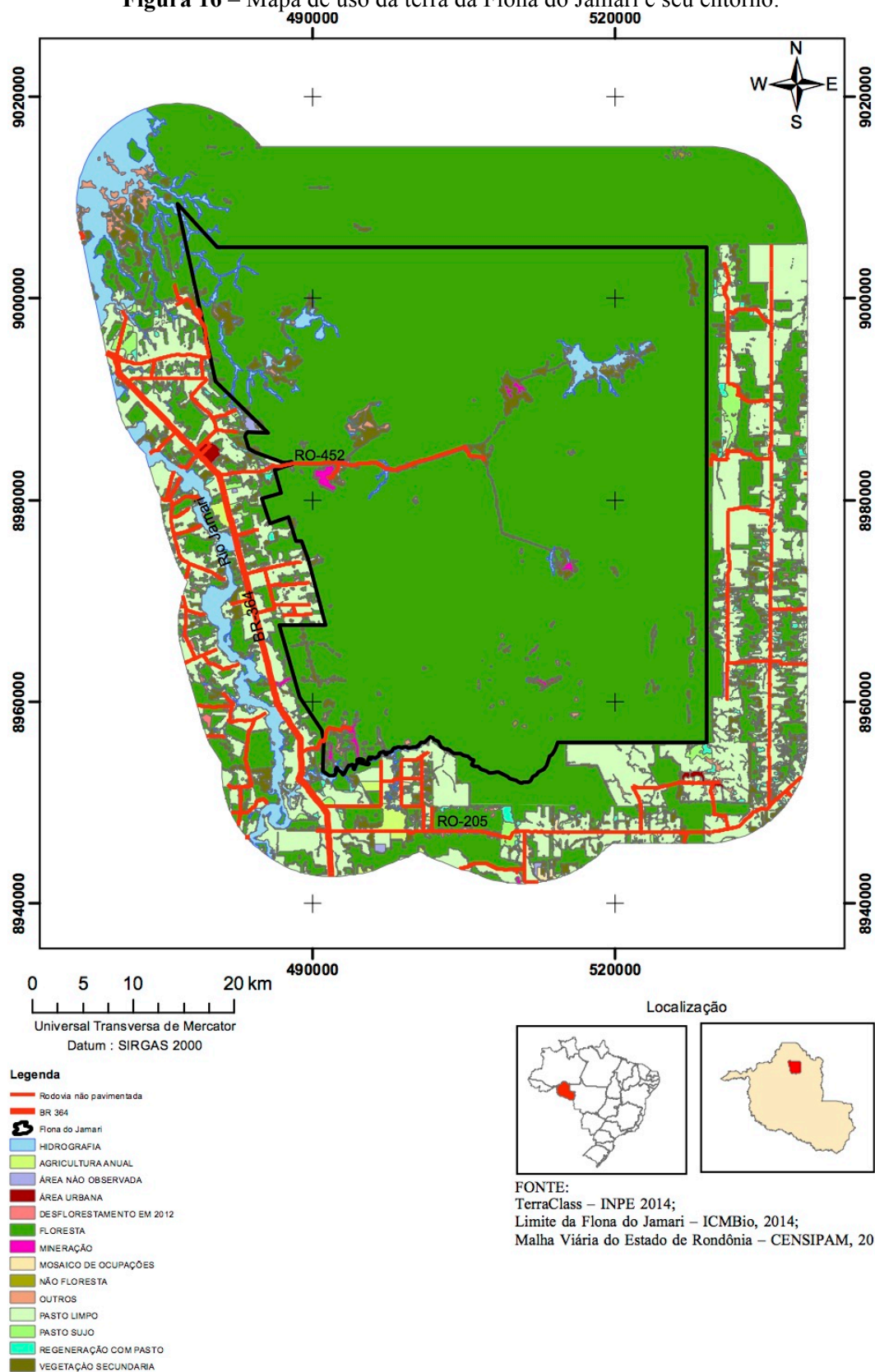


Figura 16 – Mapa de uso da terra da Flona do Jamari e seu entorno.



1.3. A UTILIZAÇÃO DE SEUS RECURSOS FLORESTAIS

A Constituição Federal de 1988 estabelece em seu artigo 225 (BRASIL, 1988) que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e impõe ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para os presentes e futuras gerações.

Conforme a Lei Federal nº 9.985 de 18/07/2000 (BRASIL, 2000) as Florestas Nacionais são áreas com cobertura florestais com espécies predominantemente nativas e seu objetivo é o uso sustentável dos recursos florestais e pesquisa científica e que, por outro lado, a gestão, conservação e uso racionalizado das Florestas Públicas nacionais é considerada um marco histórico na exploração e proteção de recursos ambientais (BRASIL, 2006).

A Lei nº. 11.284/2006 (BRASIL, 2006), no seu artigo 2º, com a finalidade de revelar seus fundamentos, descreve os princípios que regem a gestão pública de florestas, quais sejam:

- I - a proteção dos ecossistemas, do solo, da água, da biodiversidade e valores culturais associados, bem como do patrimônio público;
- II - o estabelecimento de atividades que promovam o uso eficiente e racional das florestas e que contribuam para o cumprimento das metas do desenvolvimento sustentável local, regional e de todo o País;
- III - o respeito ao direito da população, em especial das comunidades locais, de acesso às florestas públicas e aos benefícios decorrentes de seu uso e conservação;
- IV - a promoção do processamento local e o incentivo ao incremento da agregação de valor aos produtos e serviços da floresta, bem como à diversificação industrial, ao desenvolvimento tecnológico, à utilização e à capacitação de empreendedores locais e da mão-de-obra regional;
- V - o acesso livre de qualquer indivíduo às informações referentes à gestão de florestas públicas, nos termos da Lei no 10.650, de 16 de abril de 2003;
- VI - a promoção e difusão da pesquisa florestal, faunística e edáfica, relacionada à conservação, à recuperação e ao uso sustentável das florestas;
- VII - o fomento ao conhecimento e a promoção da conscientização da população sobre a importância da conservação, da recuperação e do manejo sustentável dos recursos florestais;
- VIII - a garantia de condições estáveis e seguras que estimulem investimentos de longo prazo no manejo, na conservação e na recuperação das florestas.

Desse modo, verifica-se que o Poder Público pretendeu estabelecer condições mínimas para a utilização das florestas públicas, enfatizando, prioritariamente, a conservação da floresta, o respeito às comunidades locais e o fomento à pesquisa.

As florestas públicas são definidas pela legislação como florestas, naturais ou plantadas, localizadas nos diversos biomas brasileiros, em bens sob o domínio da União, dos Estados, dos Municípios, do Distrito Federal ou das entidades da administração indireta (BRASIL, 2006).

Nesse sentido, o artigo 4º da Lei 11284 (BRASIL, 2006) dispõe que a gestão de florestas públicas para produção sustentável pode ocorrer por meio de criação de florestas e sua gestão direta (unidades de conservação), destinação de florestas públicas às comunidades locais e concessão florestal, como segue:

Art. 4º (...)

I- a criação de florestas nacionais, estaduais e municipais, nos termos do art. 17 da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, e sua gestão direta;

II - a destinação de florestas públicas às comunidades locais, nos termos do art. 6º desta Lei;

III - a concessão florestal, incluindo florestas naturais ou plantadas e as unidades de manejo das áreas protegidas referidas no inciso I do caput deste artigo (BRASIL, 2006).

Logo, a concessão florestal refere-se a uma das modalidades de gestão sustentável e utilização racionalizada da floresta pública, consistindo, nos termos da Lei de Gestão de Florestas Públicas como:

(...) delegação onerosa, feita pelo poder concedente, do direito de praticar manejo florestal sustentável para exploração de produtos e serviços numa unidade de manejo, mediante licitação, à pessoa jurídica, em consórcio ou não, que atenda às exigências do respectivo edital de licitação e demonstre capacidade para seu desempenho, por sua conta e risco e por prazo determinado (BRASIL, 2006).

No que refere à concessão florestal como forma de produção sustentável, a Flona do Jamari foi a primeira floresta pública objeto de concessão florestal, com a concessão de aproximadamente 96 mil dos 220 mil hectares (BRASIL, 2015a).

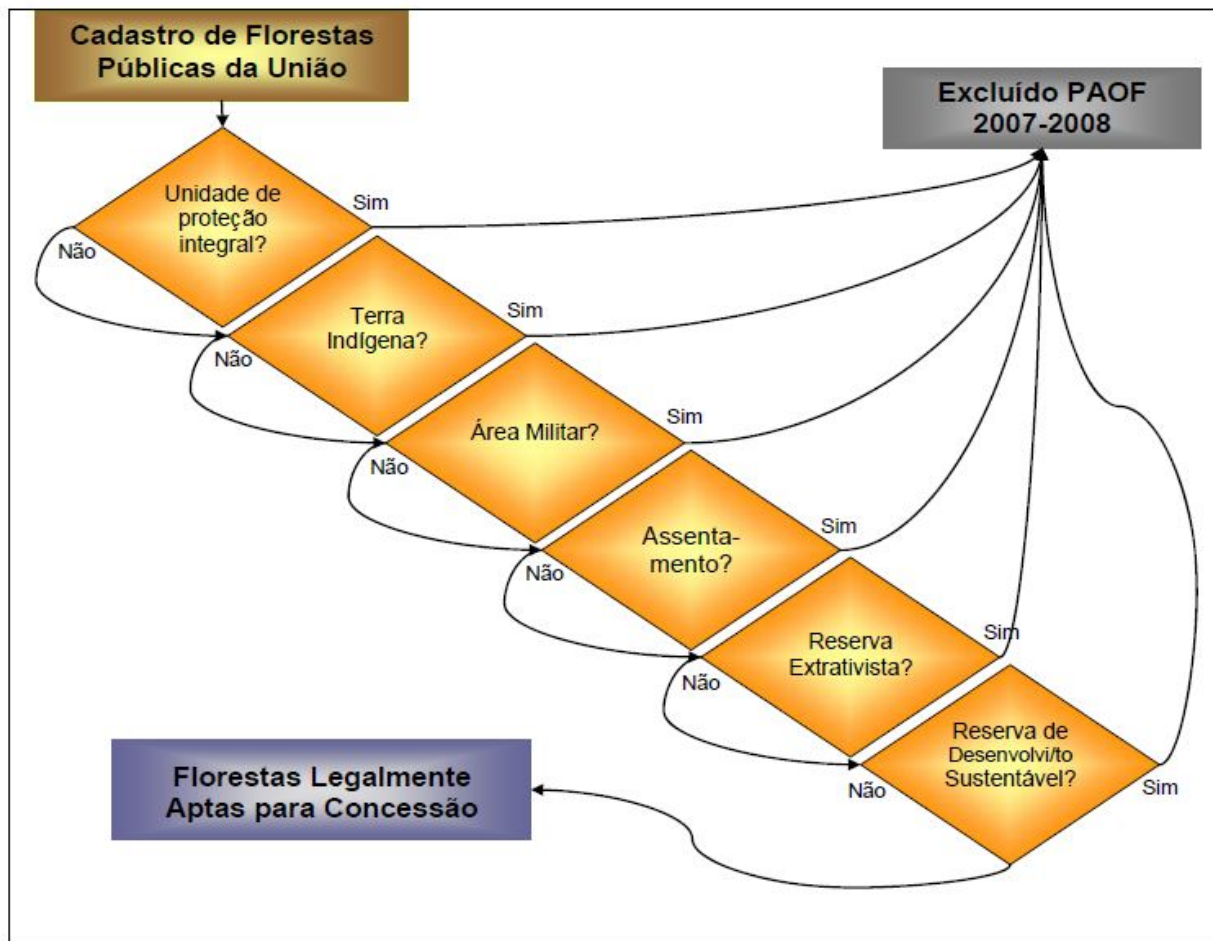
A concessão permite que a pessoa jurídica realize o manejo florestal da área objeto da concessão é relacionada à Lei 11.284/2006 (BRASIL, 2006). Entende-se por manejo florestal a exploração econômica adequada e ecologicamente correta dos recursos da floresta, de modo que o conceito de desmatamento é totalmente contrário à ideia de manejo, já que neste, apesar de abranger o aspecto exploratório, busca-se, prioritariamente, a preservação florestal, minimizando ao máximo os impactos ambientais.

Para que uma Floresta Nacional seja passível de concessão florestal se faz necessária, primeiramente, a sua previsão no Plano Anual de Outorga Florestal - PAOF (BRASIL, 2006). Frise-se, contudo, que a gestão de floresta pública concede prioridade de destinação da floresta pública às comunidades locais em detrimento à concessão, de acordo com o art. 6º da Lei de Gestão de Florestal (BRASIL, 2006). Além disso, é válido registrar que a inclusão da floresta pública no PAOF não é realizada de forma indiscriminada, devendo a inserção da Flona obedecer

a uma série de fatores, dentre eles as restrições feitas pela Lei nº. 11.284/2006 (BRASIL, 2006) e o Decreto 6.063/2007 (BRASIL, 2007a).

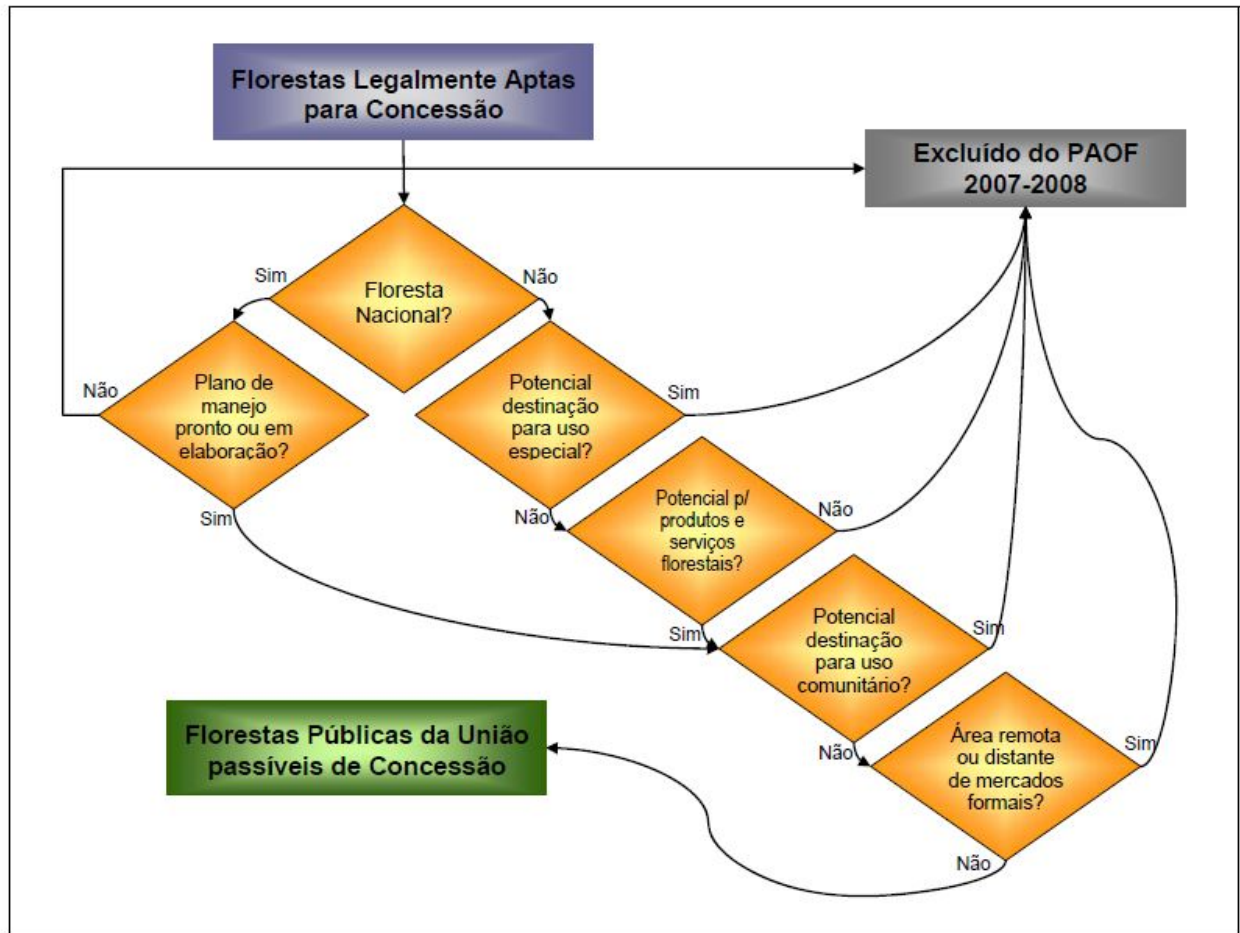
Pode-se mencionar, por exemplo, o artigo 11 da Lei nº. 11.284/2006 (BRASIL, 2006) que discrimina diversas hipóteses em que a inserção da floresta no Plano Anual de Outorga Florestal é proibida, como ocorre nas hipóteses de unidade de proteção integral, terra indígena, área militar, assentamento, reserva extrativista ou de desenvolvimento sustentável, conforme pode-se verificar na Figura 17.

Figura 17 - Fluxograma de concessão de Florestas Públicas (Fonte: BRASIL, 2007b).



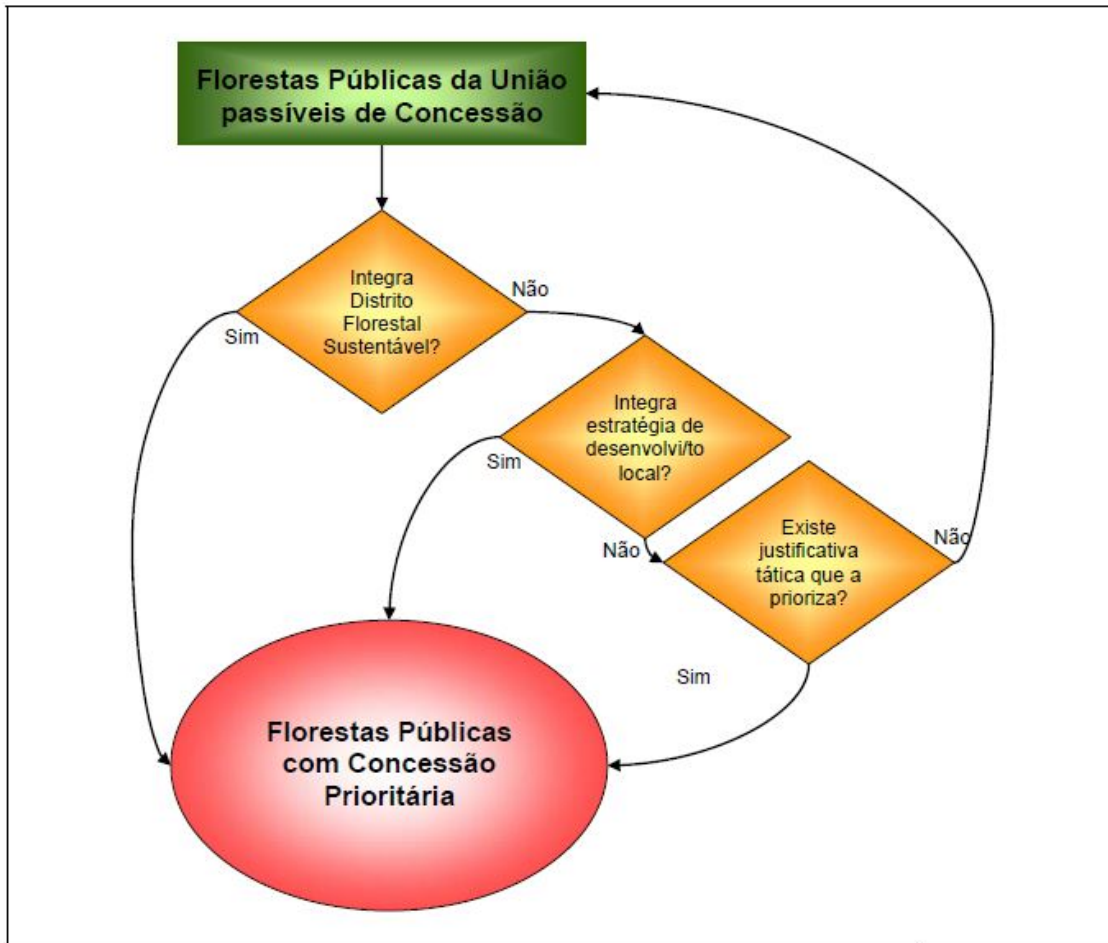
Após a realização dessa triagem preliminar, em que se verifica se a área está habilitada para prosseguir no processo de concessão nos termos da Lei 11.284/2006 (BRASIL, 2006), é realizada uma segunda triagem para se verificar quais das florestas analisadas estão aptas para a realização do manejo florestal (BRASIL, 2007b) (Figura 18).

Figura 18 - Fluxograma de Florestas Públicas aptas a concessão (Fonte: BRASIL, 2007b).



Ultrapassada mais essa etapa, segundo o Plano Anual de Outorga Floresta 2007-2008 (BRASIL, 2007b), é realizada uma última triagem para verificar se a floresta pública integra o distrito florestal sustentável ou estratégia de desenvolvimento local ou ainda se existe uma justificativa que a prioriza para que, então, esteja apta para concessão florestal (Figura 19).

Figura 19 – Terceira triagem para de concessão de Florestas Públicas (Fonte: BRASIL, 2007b).



Encerrada mais essa fase, a floresta pública poderá ser incluída no Plano Anual de Outorga Florestal sem que isso implique, obrigatoriamente, na imediata disponibilização da floresta para a licitação da concessão (BRASIL, 2015a).

Para que a concessão seja realizada, é preciso a aprovação do Plano de Manejo da Unidade de Conservação - PMUC pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), que é desenvolvido de acordo com os estudos sobre a fauna e meio físico, diagnósticos socioambiental, inventário florestal amostral e outros (BRASIL, 2015b).

Por fim, é imprescindível que o Ministério do Meio Ambiente elabore e publique uma justificativa sobre a conveniência da concessão florestal (BRASIL, 2015b).

Caso entenda-se pela viabilidade da concessão, antes mesmo da publicação do edital de licitação, haverá uma audiência pública com antecedência mínima de quinze dias, para identificar e deliberar sobre os principais pontos da concessão (BRASIL, 2007a).

A realização da audiência pública é de grande valia, pois além de oportunizar amplo debate sobre a área objeto de concessão, envolvendo inclusive órgãos de todas as esferas do governo (federal, estadual, municipal), Ministério Público, empresários, comunidade entre outros, confere maior publicidade e transparência ao futuro ato de concessão.

Esta audiência pública será dirigida pelo Sistema Florestal Brasileiro, que é o órgão criado pela Lei nº. 11.284/2006, integrante da estrutura básica do Ministério do Meio Ambiente, que atua exclusivamente na gestão das florestas públicas (BRASIL, 2006).

Após, o edital de licitação será publicado, necessariamente na modalidade concorrência, com antecedência mínima de quarenta e cinco dias da abertura do processo de julgamento (art. 13 da Lei nº 11.284/2006 e art. 32 do Decreto nº. 6.063/2007) que deverá obedecer às regras da própria legislação e, supletivamente, da Lei de Licitações (BRASIL, 1993).

As pessoas jurídicas - que poderão ser empresas, cooperativas ou comunidades constituídas sob a forma de organização - que se interessarem pela concessão florestal devem se habilitar no processo licitatório para concorrer. Cumpridas as formalidades legais, será escolhido o concorrente que apresentar melhor técnica e preço, sendo obrigatória a divulgação do resultado final da licitação por meio de publicação no Diário Oficial da União. A pessoa jurídica vencedora firmará um contrato de concessão com o Poder Público, sendo proibida a subconcessão da concessão florestal (BRASIL, 2006).

Os contratos de concessão florestal não são perpétuos e terão prazo de duração variável, podendo ser estipulado de acordo com o ciclo da colheita ou exploração, que poderá ser fixado no prazo mínimo de um ciclo e, no máximo, 40 anos. Já os contratos de concessão exclusivos para exploração de serviços florestais terão prazo de no mínimo 5 e no máximo 20 anos (BRASIL, 2006).

Durante todo o período de concessão o Sistema Florestal Brasileiro realizará monitoramento da concessão florestal para acompanhar o cumprimento de todas as metas assumidas pela concessionária no contrato de concessão florestal.

Os sistemas de monitoramento vigentes são: a) cadeia de custódia das concessões florestais; b) rastreamento de veículos de transporte de produtos florestais e c) sensoriamento

remoto. É válido registrar que todas essas modalidades de monitoramento das concessões de florestas federais deverão ter dispositivos de consulta por meio da internet (BRASIL, 2007a).

A título de curiosidade, após o término do contrato, bens utilizados durante o período da concessão serão revertidos ao titular da floresta pública. Estes bens serão definidos pelo edital de licitação, devendo constar no mínimo como bens reversíveis: demarcação da unidade de manejo, infraestrutura de acesso, cercas, aceiros e porteiros e construções e instalações permanentes (BRASIL, 2007a).

Por fim, a Lei de Gestão de Florestas Públicas (BRASIL, 2006) estabelece que as florestas públicas devam ser conservadas e utilizadas de forma sustentável por meio de três formas de gestão: Criação de unidades de conservação; Destinação para uso sustentável pelas comunidades locais e; Contratos de concessão florestal com empresas brasileiras por meio de processo de licitação. Também institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal (FNDF).

Durante o processo de licitação da Flona do Jamari, o SFB recebeu 19 propostas de 14 empresas. Para a escolha das empresas vencedoras, o órgão informa que levaram em considerações diversos critérios tais como: socioambientais, conforme edital, e também consideraram as propostas com maiores benefícios sociais, maiores agregações de valores locais e menores impactos ambientais.

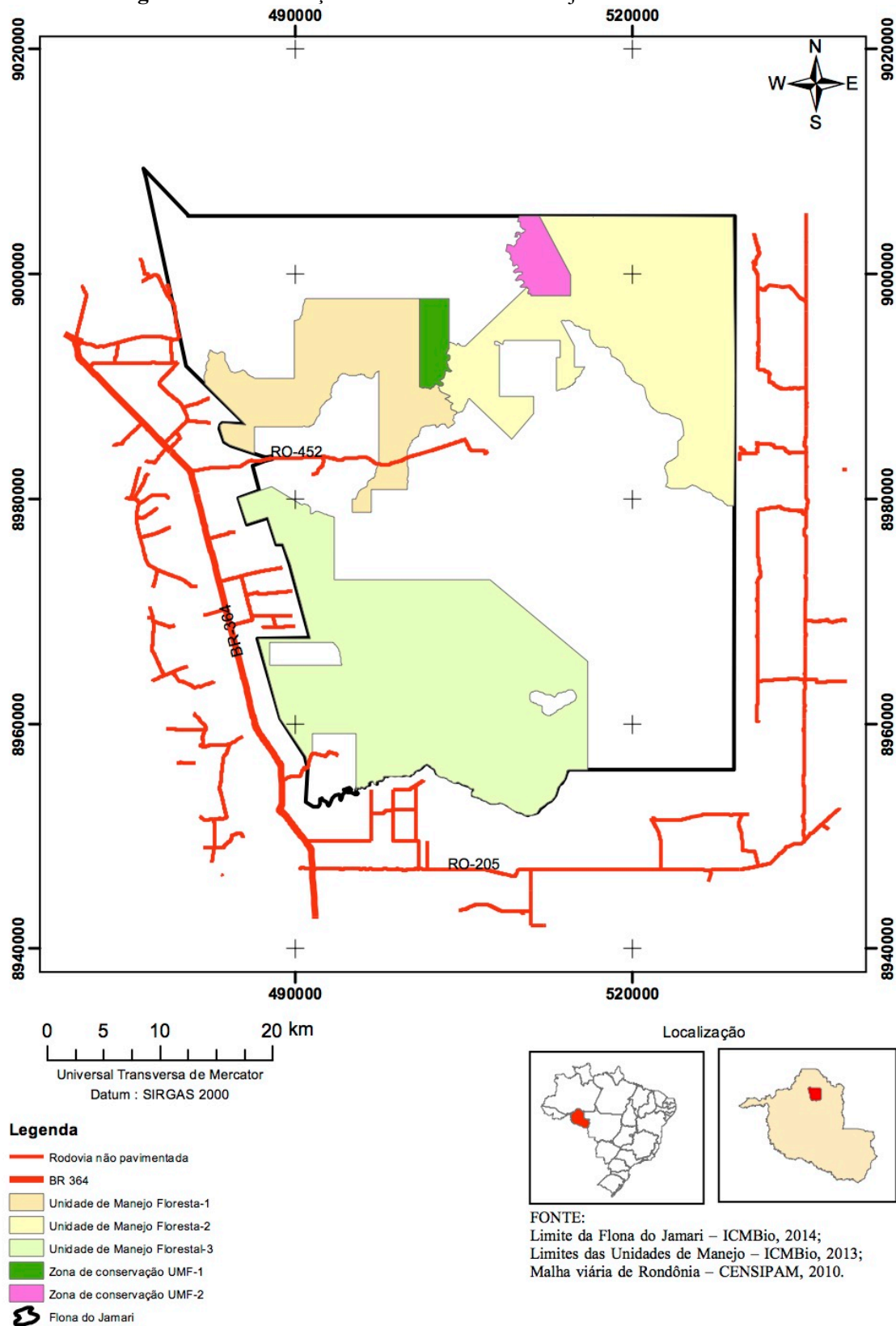
A parte não licitada da Floresta Nacional do Jamari foi destinada ao uso comunitário, à conservação integral e à mineração, de acordo com o Plano de Manejo da unidade (IBAMA, 2005a).

A Constituição Federal de 1988 também impõe àquele que explorar recursos minerais a responsabilidade de recuperar os danos causados pela mineração. A obrigatoriedade do licenciamento ambiental está prevista na Lei nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, extensiva também às atividades garimpeiras e à exploração de agregados para a construção civil. Esta lei instituiu ainda o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

A mineração com significado impacto no âmbito nacional ou regional deve apresentar o Licenciamento Ambiental para o IBAMA, e são obrigados a apresentar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e, ainda, submeter o plano de recuperação de área degradada à aprovação do órgão estadual de meio ambiente.

Os 96 hectares para concessão florestal da Floresta Nacional do Jamari foram divididos em três unidades de manejo florestal – UMF (BRASIL, 2007b), definidas como UMF I e UMF II na porção norte da Flona e UMF III na porção sul da Flona (Figura 20).

Figura 20 - Localização das Unidades de Manejo Florestal.



Segundo informações disponibilizadas no sítio eletrônico do Serviço Florestal Brasileiro e na Minuta do Edital de Licitação do 1º Lote, o prazo do contrato será de quarenta anos e cada Unidade de Manejo Florestal possuirá apenas um concessionário distinto. A Tabela 4 apresenta o tamanho da área de cada UMF licitada, a UMF-I possui aproximadamente 17mil hectares, a UMF-II abrange uma área com aproximadamente 33 mil hectares e a UMF-III, sendo a maior de todas, com uma área de aproximadamente 46 mil hectares.

Tabela 4 - Áreas das Unidades de Manejo Florestal (Fonte: BRASIL, 2007b).

Unidade de Manejo Florestal	Área (ha)
Unidade de Manejo Florestal-I	17.079 ha
Unidade de Manejo Florestal-II	33.050 ha
Unidade de Manejo Florestal-III	46.307 ha

1.4. GEOTECNOLOGIA

Desde o final dos anos 1980 até os dias atuais tem ocorrido um grande avanço no tratamento da informação, cartografia e tecnologias de sistemas de informação geográficos. Os estudos geoambientais públicos ou privados realizados por instituições, contribuem para que novas técnicas, aplicativos, sistemas e dados sejam desenvolvidos e disponibilizados.

Atualmente, a intervenção do homem sobre o meio físico acabou impulsionando a necessidade para avaliar, caracterizar e monitorar esse ambiente por meio de ferramentas mais complexas e robustas.

Essas ferramentas possibilitam realizar diversas tarefas que no passado necessitavam da utilização de diferentes softwares tanto para aplicações mais básicas quanto as mais complexas, que envolvem análises como, por exemplo, tratamento de imagens e banco de dados.

O geoprocessamento é capaz de tratar das informações geográficas utilizando-se de técnicas computacionais e matemáticas. Isso influenciou de maneira acentuada as áreas passíveis de análise de recursos naturais, transportes, energia cartografia e planejamento urbano e regional (CÂMARA et al., 2004).

Rocha (2000, p. 210) define geoprocessamento:

Como uma tecnologia transdisciplinar, que, através da axiomática da localização e do processamento de dados geográficos, integra várias disciplinas, equipamentos, programas, processos, entidades, dados, metodologias e pessoas para coleta, tratamento, análise e apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciados.

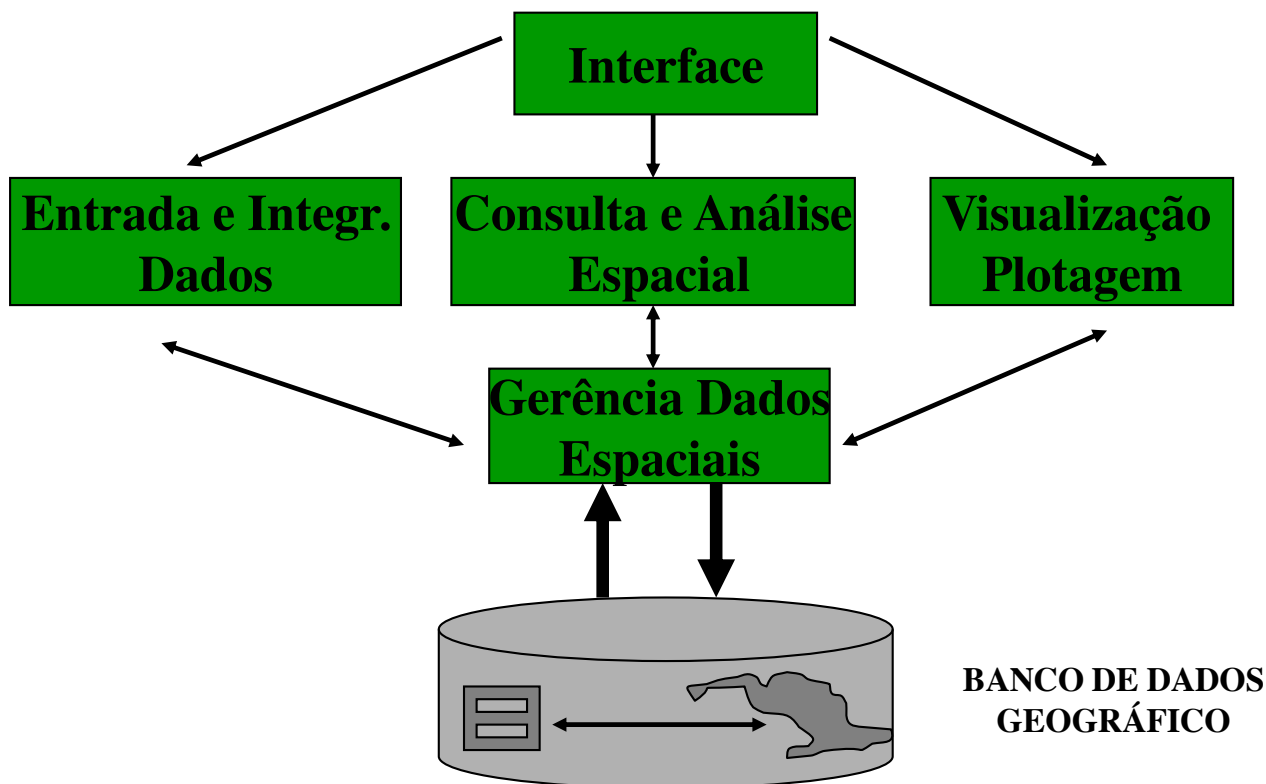
As técnicas de geoprocessamento, nos últimos anos, avançaram significativamente e suas aplicações e utilização demonstraram ser de fundamental importância para o gerenciamento de recursos naturais.

O geoprocessamento possui um banco de dados para armazenagem e recuperação de informações, o qual também pode ser aproveitado para realizar novas análises de dados e/ou gerar novas informações e facilitar a tomada de decisão.

Segundo Câmara et al. (1996), as ferramentas computacionais utilizadas no Geoprocessamento, denominadas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), permitem realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Neste sentido, a coleta, manipulação e análise dos dados com o objetivo de integrar e disponibilizar as informações de forma rápida e eficiente possibilita obter uma visão, ou previsão, de suas necessidades e problemas inter-relacionados, através de uma perspectiva integrada dos dados, como menciona Longley et al. (2013).

A arquitetura de um SIG está dividida nos seguintes componentes: a) Interface com usuário; b) Entrada e integração de dados; c) Funções de consulta e análise espacial; d) Visualização e plotagem; e) Armazenamento e recuperação de dados, organizados sob a forma de um banco de dados geográficos (CÂMARA et al., 1996). Cada um desses componentes possui suas funções e objetivos de formas distintas e está presente em um SIG (Figura 21).

Figura 21 - Estrutura do sistema de informação geográfica. Fonte: Câmara et al. (1996).



A realização da integração e do processamento desses dados com outras bases de dados como dados cartográficos e imagens de satélites, é possível através de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) que fornece a criação de um banco de dados da pesquisa e permite o acompanhamento e a análise da área objeto de estudo.

Medina et al. (2007) ressalta que:

A integração dessas funções em uma plataforma única e de mais fácil assimilação por técnicos e especialistas que estudam o meio físico levou a uma ampliação expressiva do universo de usuários. A disseminação do uso dos SIGs nas diversas etapas dos estudos ambientais é uma realidade, deixando evidente que se trata de um caminho sem retorno, levando à ampliação e consolidação dos SIGs como ferramenta de apoio fundamental para todos os geocientistas.

Para Silva et al. (2009) há diversos pesquisadores usufruindo de SIGs e outros produtos de sensoriamento remoto, através de programas de computadores especializados, oferecendo, cada vez mais, técnicas elaboradas para estudos ambientais.

1.4.1 VULNERABILIDADE NATURAL À EROSÃO

Um dos maiores problemas socioambientais é a erosão que gera a diminuição da capacidade produtiva dos solos (GUADAGNIN et al., 2005; GONÇALVES et al., 2003) e a emissão de carbono para a atmosfera (FEARNSIDE, 2010).

O processo de erosão decorre de interferências em um dos seus fatores que podem ser a erosão natural pela representação do meio físico ou por atividades antrópicas.

Segundo Dall'Igna (2005), a análise da vulnerabilidade natural à erosão visa a definição de áreas com necessidade de cuidados especiais, preservação e monitoramento, orientando, desta forma, um melhor planejamento de ocupação para a região com o adequado uso das terras aos limites e potenciais das classes de vulnerabilidade indicadas.

Esta pesquisa utilizou o método geotecnológico de Crepani et al. (1996), que visa a elaboração de mapas da vulnerabilidade natural à erosão fundamentada no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977), podendo fornecer alternativas de planejamentos (LONGLEY et al., 2013).

Nos mapas temáticos dos diversos componentes ambientais (clima, geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação) são atribuídos valores de vulnerabilidade (relativos e empíricos) a cada tema de análise. Tais valores consideram os processos que influenciam no desenvolvimento da pedogênese e/ou morfogênese e convencionados nas seguintes classes:

- ✓ Estável;
- ✓ Moderadamente estável;
- ✓ Medianamente estável/vulnerável;
- ✓ Moderadamente vulnerável;
- ✓ Vulnerável.

Com os valores atribuídos para as unidades de cada mapa temático reinterpretado de acordo com as imagens de satélite são feitas as integrações destes mapas por meio de álgebra de mapas (BARBOSA, 1997) em um SIG, gerando o mapa de vulnerabilidade natural à erosão.

Segundo Berry (1993), o conceito de álgebra de mapas ou álgebra de campos pode ser visto como uma extensão da álgebra tradicional, com um conjunto de operadores onde as variáveis manipuladas são campos geográficos.

A álgebra de mapas é realizada através do processamento de linhas de comandos estruturadas em três partes principais: declarações, instanciações e operações na programação LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) do *software* SPRING. Sendo assim, essa programação irá recuperar dados já inseridos na base de dados da pesquisa e poderá gerar novas informações com base no processamento.

Longley et al. (2013) conceitua a álgebra de mapas como um fornecedor de linguagem simples para expressar um modelo na forma de um script, e qualquer modelo poder ser expresso na forma de fluxograma ou *script*.

Desta forma, Crepani et al. (1996) atribuíram valores de estabilidade para cada unidade para expressar a vulnerabilidade natural à erosão. Esse modelo é aplicado a cada tema individualmente dentro de cada uma das unidades da paisagem natural. A Tabela 5 apresenta as unidades mais estáveis com valores próximos de 1,0, as intermediárias ao redor de 2,0 e as unidades de paisagens mais vulneráveis estarão próximas de 3,0.

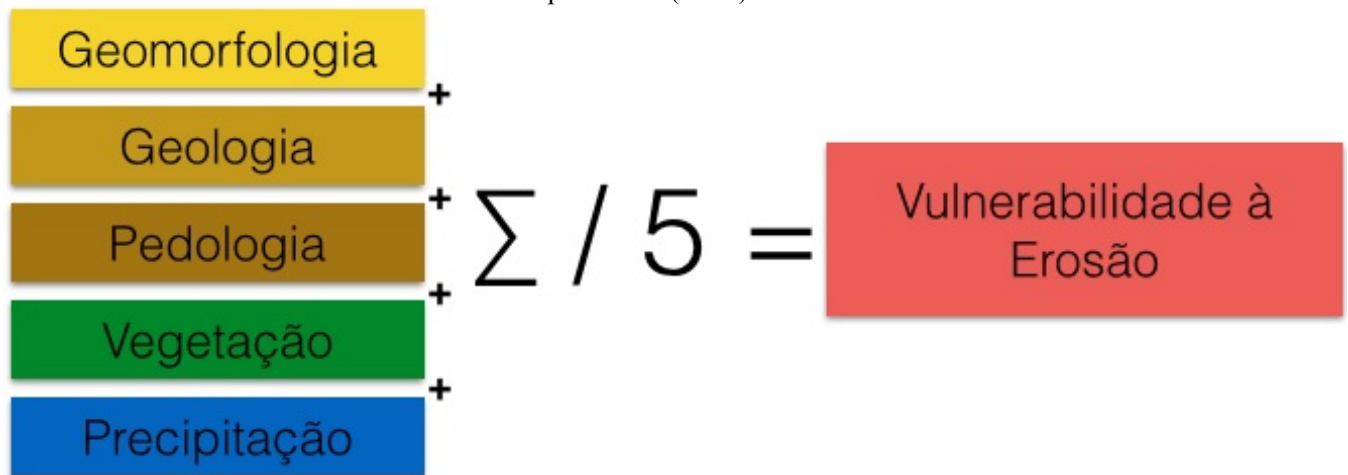
Tabela 5 - Avaliação da vulnerabilidade das unidades de paisagem natural com base em Tricart (1977).
Fonte: Crepani et al. (1996).

Unidade	Relação Pedogênese/Morfogênese	Valor
Estável	Prevalece a pedogênese	1,0
Intermediária	Equilíbrio entre pedogênese e morfogênese	2,0
Instável	Prevalece a morfogênese	3,0

Com a disponibilidade dos mapas obtidos através de técnicas de geoprocessamento, os trabalhos de campo auxiliarão na caracterização, ajustes e validação das classes de vulnerabilidade natural à erosão, obtenção de dados envolvendo processos de erosão acelerada e suas relações com a geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, morfoestrutura e atividades antrópicas.

Após as atribuições dos valores para cada unidade temática será realizada uma operação de álgebra de mapas baseada no programa LEGAL conforme metodologia do Crepani et al. (1996). Os valores atribuídos às unidades temáticas são somados em uma operação aritmética e o somatório é dividido por 5, resultando no tema de vulnerabilidade natural à erosão (Figura 22).

Figura 22 - Sequência metodológica para elaboração do mapa de vulnerabilidade natural à erosão. Fonte: Crepani et al. (1996).



2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida com o levantamento dos dados necessários para atingir seus objetivos propostos, como segue.

2.1. REVISÕES BIBLIOGRÁFICA E CARTOGRÁFICA

O levantamento bibliográfico foi realizado com consultas às bibliotecas públicas e privadas de Porto Velho e às bibliotecas virtuais científicas, bem como o levantamento do acervo cartográfico para o entendimento da espacialidade da Flona do Jamari e seu entorno.

2.2. GEOPROCESSAMENTO

O sistema de processamento escolhido foi o SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) por permitir desde a visualização de dados até a aplicação de técnicas para criação do modelo numérico de terreno. Além deste, foi utilizado, também, o programa Terra View, visualizador e o ArcGis, nos processos referentes a impressão. A realização da montagem da base de dados para iniciar a elaboração de mapas temáticos e sua integração com a utilização da programação LEGAL, incluindo a aplicação de técnicas de geoprocessamento para a elaboração do mapa de vulnerabilidade natural à erosão.

A principal fonte de dados utilizada, nesta pesquisa, como representa a Figura 23, foi o Banco de Dados do Zoneamento Sócio Econômico do Estado de Rondônia (RONDÔNIA, 2002), disponibilizado ao Centro Técnico e Operacional de Porto Velho do Sistema de Proteção da Amazônia - SIPAM.

Figura 23 – Quadro dos dados temáticos utilizados.

Tema	Formato	Fonte	Descrição	Escala
Vegetação	Digital	Rondônia (2002)	Mapa de Vegetação no formato de Shapefile	1:250.000
Geomorfologia	Digital	Rondônia (2002)	Mapa Geomorfológico no formato Shapefile	1:250.000
Solos	Digital	Rondônia (2002)	Mapa de Solos no formato de Shapefile	1:250.000

Geologia	Digital	Modificado CPRM (2011)	Mapa de Geologia no formato de Shapefile	1:250.000
Clima	Digital	Rondônia (2002)	Mapa de Precipitação no Formato de Shapefile	1:250.000

Primeiramente, os arquivos foram importados na escala de 1: 250.000 em formato “shapefile” e, em seguida, compatibilizados a projeção com UTM SIRGAS 2000. Após a compatibilização desses dados foi necessário verificar se existiam erros nos arquivos vetoriais utilizando a ferramenta Topology do ArcGis, posteriormente, os arquivos foram exportados em formato “shapefile” para o SPRING.

O programa SPRING foi escolhido por possibilitar a operação em várias escalas e administrar dados vetoriais e matrizes, além de proporcionar o cruzamento de dados através do LEGAL/SPRING.

Para a avaliação de interferências de fatores naturais erosivos na denominada erosão natural ou geológica (BACK, 1997; BERTONI & LOMBARDI NETO, 2005), são previstas estimativas de estabilidades e instabilidades naturais à erosão como parte essencial na evolução de paisagens naturais. Foi utilizada a análise sistêmica da paisagem, segundo o método de Crepani et al. (2001), desenvolvida a partir do conceito de ecodinâmica de Tricart (1977).

Conforme Crepani et al. (2001) o modelo é aplicado individualmente aos temas (G = Geologia, R = Geomorfologia, S = Solos, Vg = Vegetação e C = Clima) compondo cada unidade territorial básica que recebe, posteriormente, um valor final resultante da média aritmética dos valores individuais segundo uma equação empírica. Busca representar a posição de uma determinada unidade dentro da escala de vulnerabilidade natural à perda de solo. A equação a seguir representa como é realizada a média aritmética:

$$V = \frac{(G + R + S + Vg + C)}{5}$$

Nesse sentido a vulnerabilidade é representada em vinte e uma classes de classificação de vulnerabilidade das unidades territoriais, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6 - Escala adotada de vulnerabilidade das unidades territoriais básica (Fonte: Crepani et al., 2001).

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA			GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO			
					VERM.	VERDE	AZUL	CORES
U1	↑	3,0		VULNERÁVEL	255	0	0	
U2		2,9			255	51	0	
U3		2,8			255	102	0	
U4		2,7			255	153	0	
U5	V	2,6		MODERADAM. VULNERÁVEL	255	204	0	
U6	L	2,5	E		255	255	0	
U7	N	2,4	S		204	255	0	
U8	E	2,3	T		153	255	0	
U9	R	2,2	A	MEDIANAM. ESTÁVEL/ VULNERÁVEL	102	255	0	
U10	A	2,1	B		51	255	0	
U11	B	2,0	I		0	255	0	
U12	I	1,9	L		0	255	51	
U13	L	1,8	I	MODERADAM. ESTÁVEL	0	255	102	
U14	I	1,7	D		0	255	153	
U15	D	1,6	A		0	255	204	
U16	A	1,5	D		0	255	255	
U17	D	1,4	E	ESTÁVEL	0	204	255	
U18	E	1,3			0	153	255	
U19		1,2			0	102	255	
U20		1,1			0	51	255	
U21		1,0	↓		0	0	255	

Os mapas temáticos foram analisados conjuntamente por meio de execução de programação baseados em LEGAL/SPRING, gerando um modelo numérico de terreno (MNT) como proposto por Barbosa (1997). Foi possível graduar territorialmente os índices de vulnerabilidade do espaço através da Álgebra de Mapas, utilizando como ferramenta um Sistema de Informação Geográfica.

O mapa de vulnerabilidade natural à erosão foi gerado com a representação em 21 classes de vulnerabilidade proposta por Crepani et al. (2001), após a análise dos processos que influenciaram o desenvolvimento da morfogênese e da pedogênese de acordo com os índices alcançados, a representação de cada tema foi reclassificado em 5 classes para fins de representação, são elas: vulnerável, moderadamente vulnerável, medianamente estável-vulnerável, moderadamente estável e estável.

Também foi necessária a elaboração de um banco de dados para organizar e trabalhar os temas geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e precipitação. As operações para realizar a aplicação do método de Crepani et al. (2001) foram realizadas utilizando a programação LEGAL,

onde cada tema foi convertido para modelo numérico de terreno e reclassificado de acordo com os pesos para ao final gerar o mapa de vulnerabilidade natural à erosão da área da Flona do Jamari e seu entorno.

Após a geração dos mapas temáticos, utilizou-se os *softwares* TerraView e ArcGis para melhor visualização dos temas e geração de estatísticas.

Tratamento de imagens: as imagens de satélite foram obtidas junto à Divisão de Processamento de Imagens – DPI/INPE; ao Serviço Geológico do Brasil, em Porto Velho (CPRM); e ao Centro Técnico e Operacional de Porto Velho do Sistema de Proteção da Amazônia, em Porto Velho (SIPAM). Foram utilizadas as bandas espectrais e ajuste nos contrastes para melhorar a qualidade da imagem para possibilitar a análise mais nítida dos dados obtidos da Flona do Jamari e seu entorno.

Análise e interpretação das imagens de satélite: o método adotado para a análise dos vetores de antropização foi através de observação de imagens de satélite da série histórica entre 1972, 1992 e 2014. Esse método possibilitou a realização do acompanhamento multitemporal durante as últimas décadas, mostrando quando e onde os processos colonizatórios avançaram sobre a Flona do Jamari e seu entorno.

2.3. TRABALHOS DE CAMPO

Após a elaboração dos mapas temáticos, os trabalhos de campo foram realizados na Flona do Jamari e seu entorno, visando o reconhecimento de suas unidades que compõem o meio físico, resultantes dos mapas temáticos geoprocessados, e também a validação dos polígonos obtidos no mapa de vulnerabilidade natural à erosão, além de levantamento *in loco* de desmatamentos e possíveis degradações ambientais.

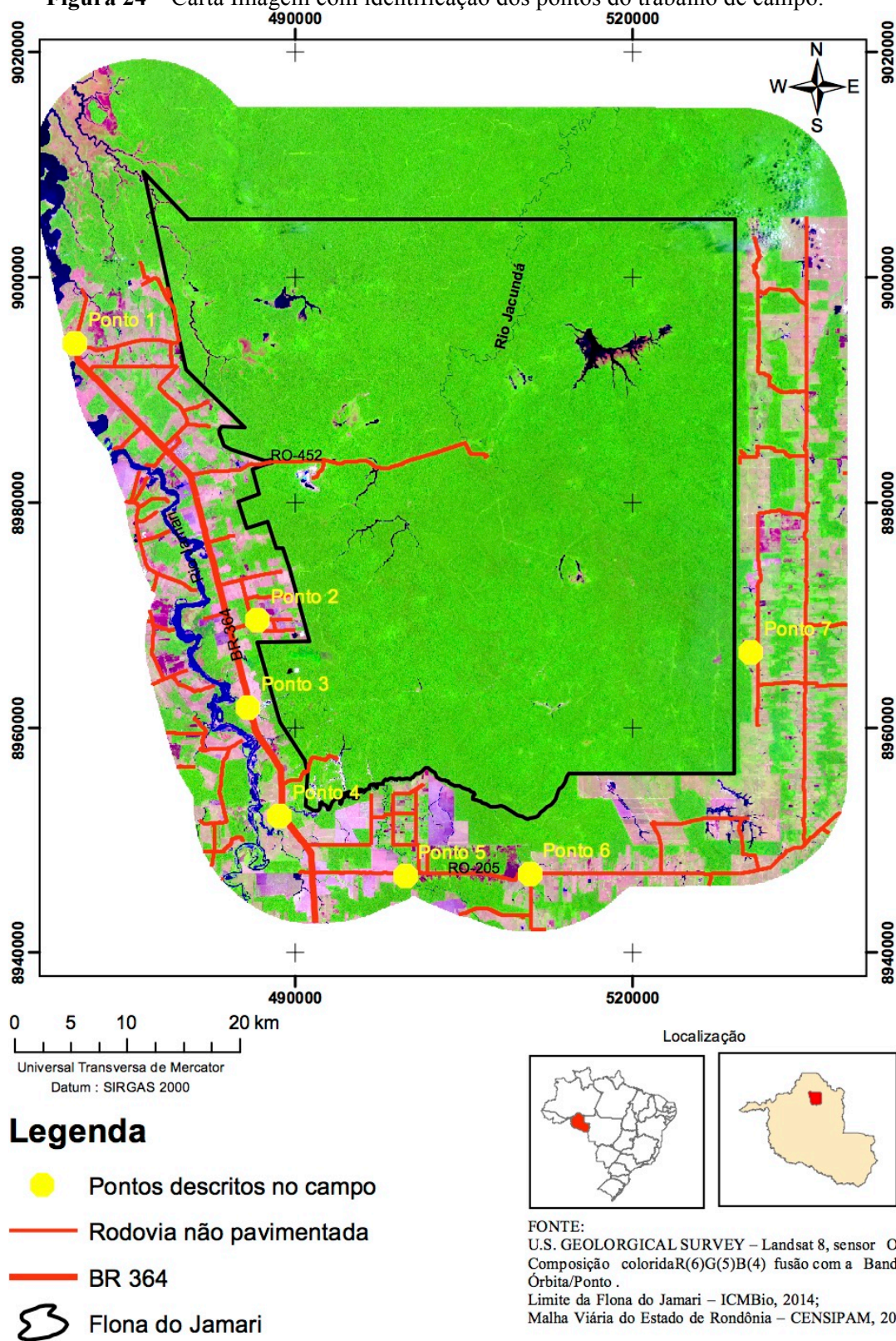
Os trabalhos de campo foram desenvolvidos no dia 2 de outubro de 2015. Ao todo foram percorridos aproximadamente 200 km na Flona do Jamari e seu entorno, sendo que seus pontos para observação foram previamente selecionados pela classificação de vulnerabilidade natural à erosão.

No campo foram realizados 7 pontos georreferenciados de observação e registros fotográficos (Figura 24). No total foram obtidas 147 fotografias auxiliando na caracterização e

validação das classes de vulnerabilidade natural à erosão, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e atividades antrópicas.

Os trabalhos de campos também foram auxiliados pelo GPS Garmin modelo Etrex Vista HCx, conectado a um *notebook* com *software* Google Earth Pro para localização e realização dos trajetos percorridos durante a execução das validações dos polígonos do mapa de vulnerabilidade natural à erosão.

Figura 24 – Carta Imagem com identificação dos pontos do trabalho de campo.



3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultados têm-se o levantamento bibliográfico, e, também em elaboração, os mapas temáticos de solos, vegetação, geomorfologia e precipitação, com a utilização dados do Zoneamento Sócio Econômico e Ecológico do Estado de Rondônia (RONDÔNIA, 2002), o mapa de desmatamento com base em dados do INPE (2013), o mapa de títulos minerários com dados de Brasil (2013) e os mapas temáticos de classificação de vulnerabilidade natural à erosão.

A construção da base de dados para iniciar a integração dos dados e a realização da programação de álgebra de mapas baseado no programa LEGAL para implementar a metodologia de Crepani et al. (1996), fundamenta-se no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977).

Como resultado final, a partir da análise e disponibilização dos dados de aplicativos SIG desenvolvidos, obteve-se as delimitações e características dos polígonos do terreno com diferentes vulnerabilidades natural à erosão, buscando o significado de suas relações com as propriedades dos materiais naturais e da dinâmica atuante na elaboração das formas de relevo e drenagem que venham refletir nas potencialidades e capacidade de suporte do meio físico, incluindo possíveis agregações de valores locais de menores impactos ambientais e benefícios sociais, como propõe, inicialmente, o plano de manejo de uso comunitário da unidade do IBAMA (2005b).

Com a obtenção desses dados da Flona do Jamari e seu entorno, houve a possibilidade de uma abordagem mais significativa com relação a questões de desenvolvimento regional no contexto socioambiental, por se tratar de uma unidade de conservação que forma um expressivo corredor ecológico de áreas protegidas em Rondônia, inseridas na porção oeste do “Arco do Desmatamento” amazônico.

3.1 DINÂMICA DE OCUPAÇÃO DA FLONA DO JAMARI E SEU ENTORNO

Os resultados da série histórica de imagens de satélite da Flona do Jamari e seu entorno nos anos de 1972, 1992 e 2014 permitem uma visão integrada e multitemporal de como a ocupação ocorreu, a velocidade com que esse processo de antropização aconteceu e suas consequências para o ambiente.

3.1.1 PERÍODO ATÉ 1972

Na década de 1950 a economia da região era baseada em extrativismo prioritariamente da borracha. Os primeiros registros históricos são do final da década de 1950, principalmente por seringueiros, garimpeiros e coletores de castanha-do-brasil. As primeiras concessões de lavra datam de 1965, período anterior a criação da Flona do Jamari (BRASIL, 2005b).

Dall'Igna (1996) menciona que a cassiterita foi descoberta por Moacyr Motta em 1955, que, imediatamente, requereu as áreas para pesquisa mineral e explorou os garimpos locais até a proibição da garimpagem pela Portaria nº 195, de 15/05/1970. Os direitos de lavra foram negociados com a Mineração Oriente Novo S/A., que iniciou a lavra com uma draga de caçambas no igarapé Queimada em abril de 1975 e, em 1980, iniciou a lavra em Bom Futuro.

Na região norte da Flona Jamari, a lavra mineira foi iniciada pela Mina Jacundá em 1964, seguida pela Mina Santa Bárbara em 1969, evoluindo posteriormente para um distrito mineiro, formado pelas minas Santa Bárbara, Jacundá, Novo Mundo, Potosi e Caneco (DALL'IGNA, 1996).

A partir da década de 1960, uma nova fase se inicia nos programas de desenvolvimento para exploração econômica da região Amazônica. O foco do planejamento de desenvolvimento regional foi deslocado para a região relativamente isolada do norte do país (KOHLHEPP, 2002).

O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA - na década de 1970 iniciou programas de colonização com a finalidade de promover, executar e controlar a reforma agrária na região amazônica. Os projetos recentes de colonização oficial iniciaram-se com o PIN (Programa de Integração Nacional), prevendo a sua colonização numa faixa de 100 km de cada lado a cada rodovia federal (BECKER, 1998). Em Rondônia teve como base a abertura de rodovias, incentivo à migração e à colonização dirigida dos assentamentos do INCRA.

De acordo com Ott (2002; p. 102 e 103),

O incentivo à colonização da região prendia-se, por um lado, à ideologia da segurança nacional, de ocupação e integração de “terras novas” ao conjunto do país, simbolizada pelo slogan integrar para não entregar. Por outro lado, prendia-se à necessidade de alocar populações excedentes, expulsas das zonas rurais tradicionais do sul/sudeste pela modernização do setor agrícola, voltado para produtos exportáveis. Rondônia, neste sentido e segundo COY (1988), apresentava as características necessárias ao empreendimento:

A localização da região na continuidade da direção do movimento das frentes pioneiras do Centro-Oeste (Mato Grosso do Sul, Mato Grosso);

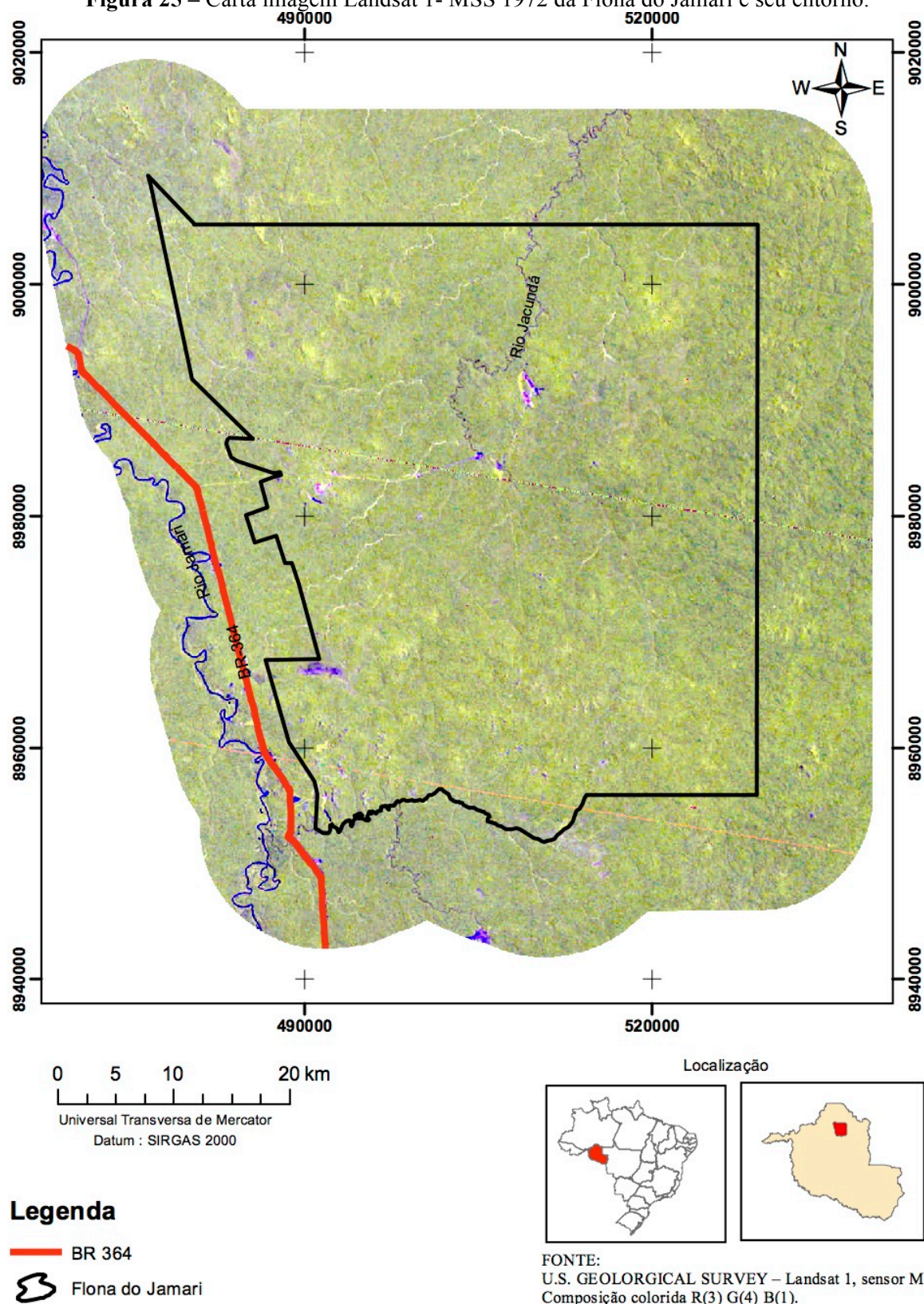
A existência da estrada Cuiabá-Porto Velho, ligando a Amazônia Ocidental ao centro/sul do país, possibilitando relativa rapidez nos deslocamentos dos migrantes;
 A categoria política/administrativa de Território Federal, admitindo plena interferência do governo central nas determinações das políticas e projetos locais;
 A situação jurídica das terras, com uma porcentagem relativamente elevada de terras públicas devolutas;
 A concepção de vazio demográfico, que possibilitava deslocar "homens sem terra, para uma terra sem homens";
 A existência de terras mais férteis do que a média da região amazônica.

Becker (1997) aponta como consequências do processo de povoamento e ocupação em Rondônia as altas taxas de desflorestamento, os impactos ambientais, falta de condições de armazenamento e transporte para o escoamento da produção e conflitos pela posse de terra.

Além disso, a abertura da BR-364 impulsionou um processo migratório para as áreas às margens da rodovia de maneira acelerada, como mostra a Figura 25.

A Flona do Jamari e seu entorno até 1972 não sofria grandes pressões antrópicas. Em suas porções norte e leste há inexistência de sinais de ocupação. Em sua porção oeste é possível observar evidência no terreno da abertura da BR-364 e os indícios de antropização, porém nota-se a presença de áreas de extração mineral dentro dos limites onde seria Flona do Jamari a partir de 1984 (Figura 25).

Figura 25 – Carta imagem Landsat 1- MSS 1972 da Flona do Jamari e seu entorno.



3.1.2 PERÍODO DE 1972 A 1992

A carta imagem do ano de 1992 (Figura 26) apresenta os avanços das frentes de colonização oriundas do processo de ocupação da região que podem ser amplamente notadas. Com exceção dos limites a leste, que iniciavam as aberturas de estradas e o processo de colonização.

O asfaltamento da BR-364, os incentivos proporcionados por projetos de assentamentos de programas governamentais de distribuição de terras aumentaram significativamente as taxas de migração de outras partes do país para a área de estudo. No entanto, o POLONORORESTE como um dos programas governamentais, se mostrou em condições de sustar a ocupação desordenada de Rondônia e de cumprir suas metas sociais e econômicas. Entre os fatores apontados, tem-se a expansão populacional maior do que o previsto e avaliado na época do planejamento do programa, o que gerou um significativo impacto no uso dos recursos naturais, contribuindo para a geração de problemas ambientais como desmatamento, esgotamento do solo e invasão das áreas de proteção ambiental.

A ocupação da região era primeiramente marcada com um desflorestamento de parte do lote como forma de demonstrar a posse da área, isto acabou propulsionando os desflorestamentos nas proximidades da BR-364 e na abertura de novas estradas. Na porção norte da área de estudo, pode-se verificar a formação de parte do lago da Hidrelétrica de Samuel.

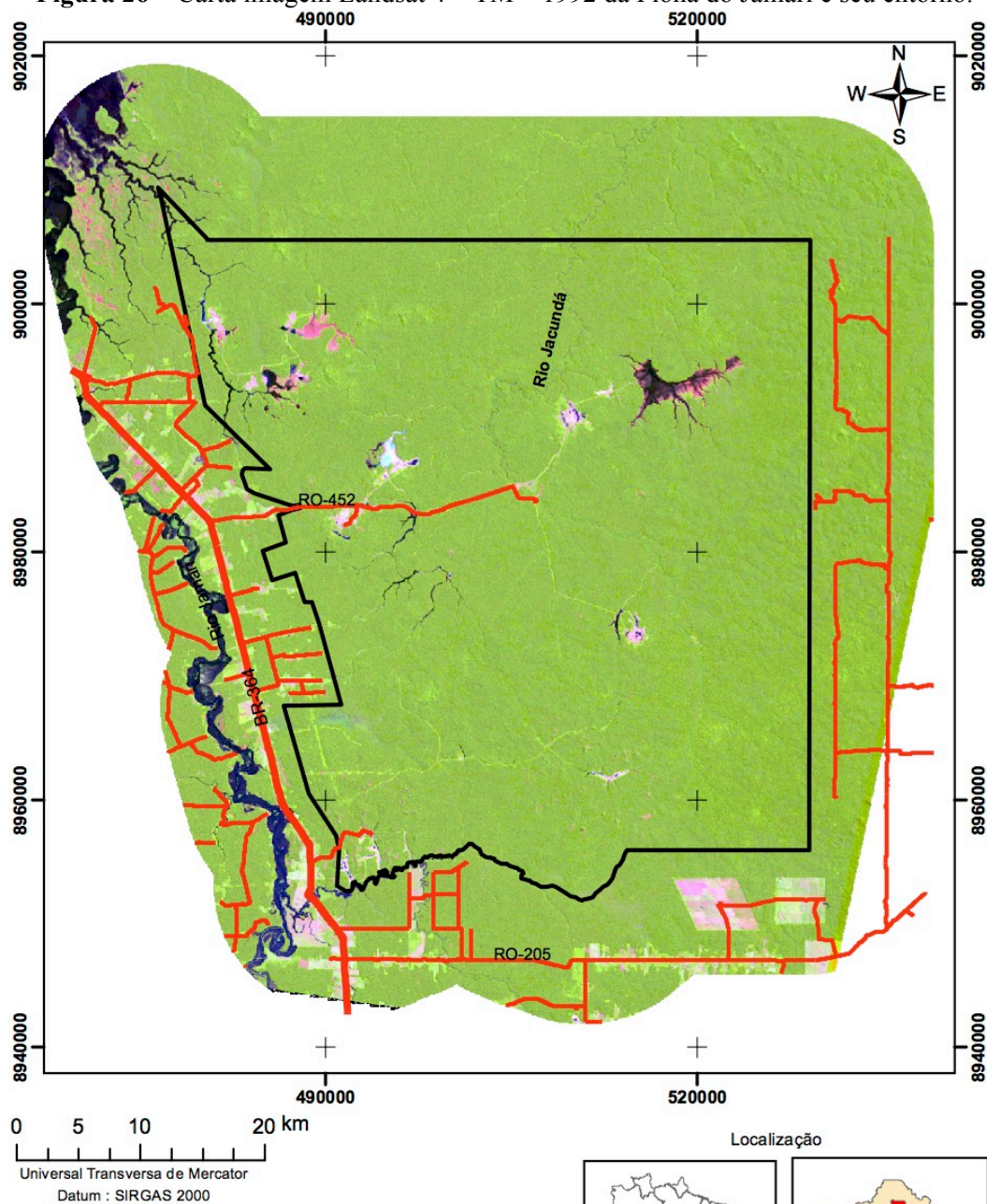
Como modelo de ordenamento regional de ocupação manteve-se o do tipo “espinha de peixe”, favorecendo a interiorização das frentes colonizadoras a partir do eixo com a BR-364.

Segundo IBAMA (2005b) a área da Flona do Jamari pertencia ao INCRA e em 1981 foi elaborado um estudo da área para levantamento dos aspectos físicos recomendando a não incorporação ao sistema produtivo do setor agrícola para o assentamento de colonos, sendo sua melhor destinação a criação de uma Floresta Nacional.

O simples fato de haver uma demarcação oficial da Flona do Jamari, apesar da ausência do Estado para fiscalizar as áreas, foi o suficiente para que a maioria da população respeitasse seus limites, por saberem que poderiam ser punidos legalmente caso fossem apanhados invadindo a Flona ou utilizando seus recursos. Esse dado é corroborado por Ferreira et al. (2005), para as unidades de conservação como uma importante ferramenta para conter ou diminuir os processos de desmatamento na Amazônia.

Nota-se o aumento da presença de áreas de extração mineral dentro da Flona do Jamari, e suas modificações na paisagem como as formações de lagos, aberturas de estradas e desflorestamentos das áreas de lavra.

Figura 26 – Carta imagem Landsat 4 – TM – 1992 da Flona do Jamari e seu entorno.



Legenda

— Rodovia não pavimentada

— BR 364

Flona Jamari

FONTE:

U.S. GEOLORGICAL SURVEY – Landsat 5, sensor TM,
Composição colorida R(5) G(4) B(3).
Órbita/Ponto 232/66, Data 17/04/1992.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE - ICMBio. Limite da FLONA JACUNDA
- 2014, escala 1:250.000.

SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA - SIPAM
Malha Viária de Rondônia, 2010

3.1.3 PERÍODO DE 1992 A 2014

Aprovado em 1992 o PLANAFORO – Projeto Agropecuário e Agroflorestal de Rondônia (RONDÔNIA, 2002) tinha entre seus objetivos promover o desenvolvimento sustentável do Estado e proteger as áreas destinadas a unidades de conservação e terras indígenas.

O Zoneamento de Rondônia, resultando na lei nº 233 de 6 de junho de 2000, que dispôs sobre o Zoneamento Socioeconômico de Rondônia e que deveria se constituir como principal instrumento de planejamento da ocupação e controle da utilização dos recursos naturais do Estado.

Conforme IBAMA (2005b), a antropização na região, como por exemplo, exploração mineral de cassiterita, causou modificações ambientais, provocando ambientes lânticos pelos represamentos de igarapés e rios, para serem utilizados como reservatórios de água e bacias de decantação. Outro fato foi a barragem da Usina Hidroelétrica de Samuel, localizada fora dos limites da Flona do Jamari, porém afeta diretamente o ambiente da Flona por estar submetida ao regime de cheias desta represa, alterando o ciclo hidrológico de rios que atravessam a Flona do Jamari, provocando inundações e alterações nas dinâmicas naturais.

A carta imagem do ano de 2014 (Figura 29) mostra a ocupação ao longo da BR-364 e o estilo de “espinha de peixe” como modelo de ordenamento regional de ocupação, proporcionando processos de desmatamento com a interiorização de estradas.

O norte da Flona do Jamari e seu entorno ainda permanece com inexistência de sinais de ocupação antrópica devido tratar-se de uma área de proteção da ESEC Samuel. Dentro dos seus limites é possível ver o aumento de lagos decorrente de atividades de lavra que tiveram início na década 70 com a exploração da cassiterita.

A RO-205, no sul da área de estudo, ligando a BR-364 ao município de Machadinho D'Oeste, proporciona a geração de fortes pressões de antropização. Também permitiu a abertura de estradas ao leste da Flona do Jamari e seu entorno, proporcionando a geração de novas áreas de ocupação.

Ao oeste, margeando a BR-364, percebe-se que ainda resta pouca cobertura vegetal e por ser uma área localizada no eixo da principal rodovia do Estado onde houve a geração de um significativo processo antrópico, corroborando que os desmatamentos ocorreram na fronteira

agrícola conhecida por “Arco do Desmatamento” (FEARNSIDE, 2009), Figuras 27 e 28, onde se situa a Flona do Jamari e seu entorno.

Figura 27 – Atividades pecuárias e agrícolas desenvolvidas nas proximidades da BR-364. Ponto 1. 02/10/2015. Autor: Fernando Dall’Igna.



Figura 28 – Atividades pecuárias desenvolvidas no entorno leste da Flona do Jamari. Ponto 7. 02/10/2015. Autor: Fernando Dall’Igna.

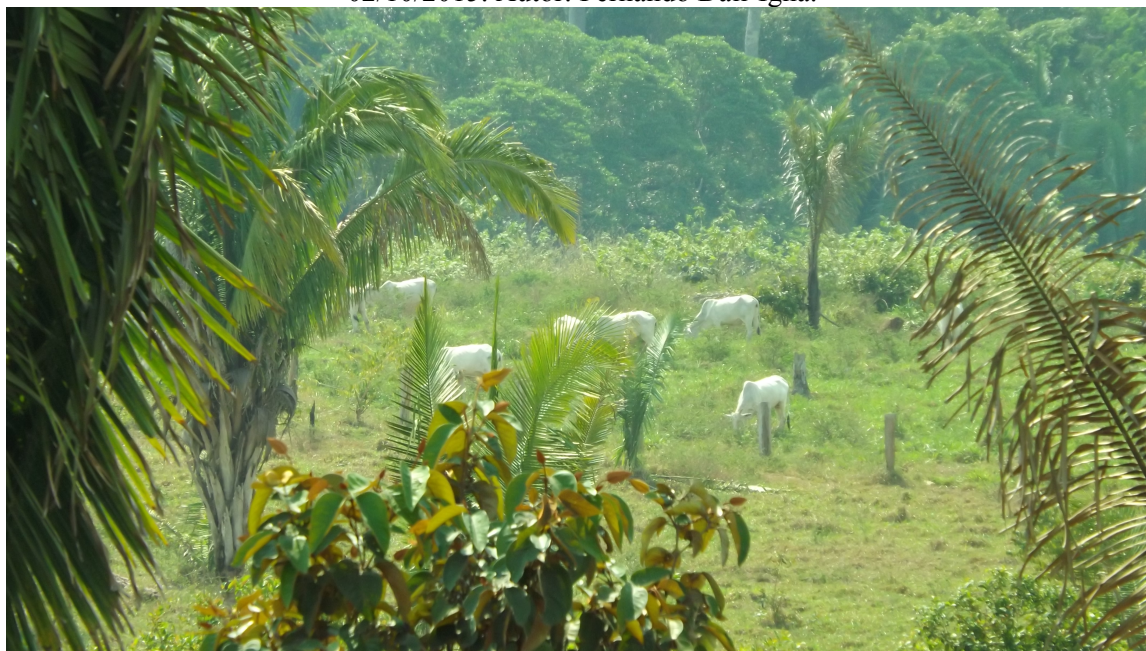
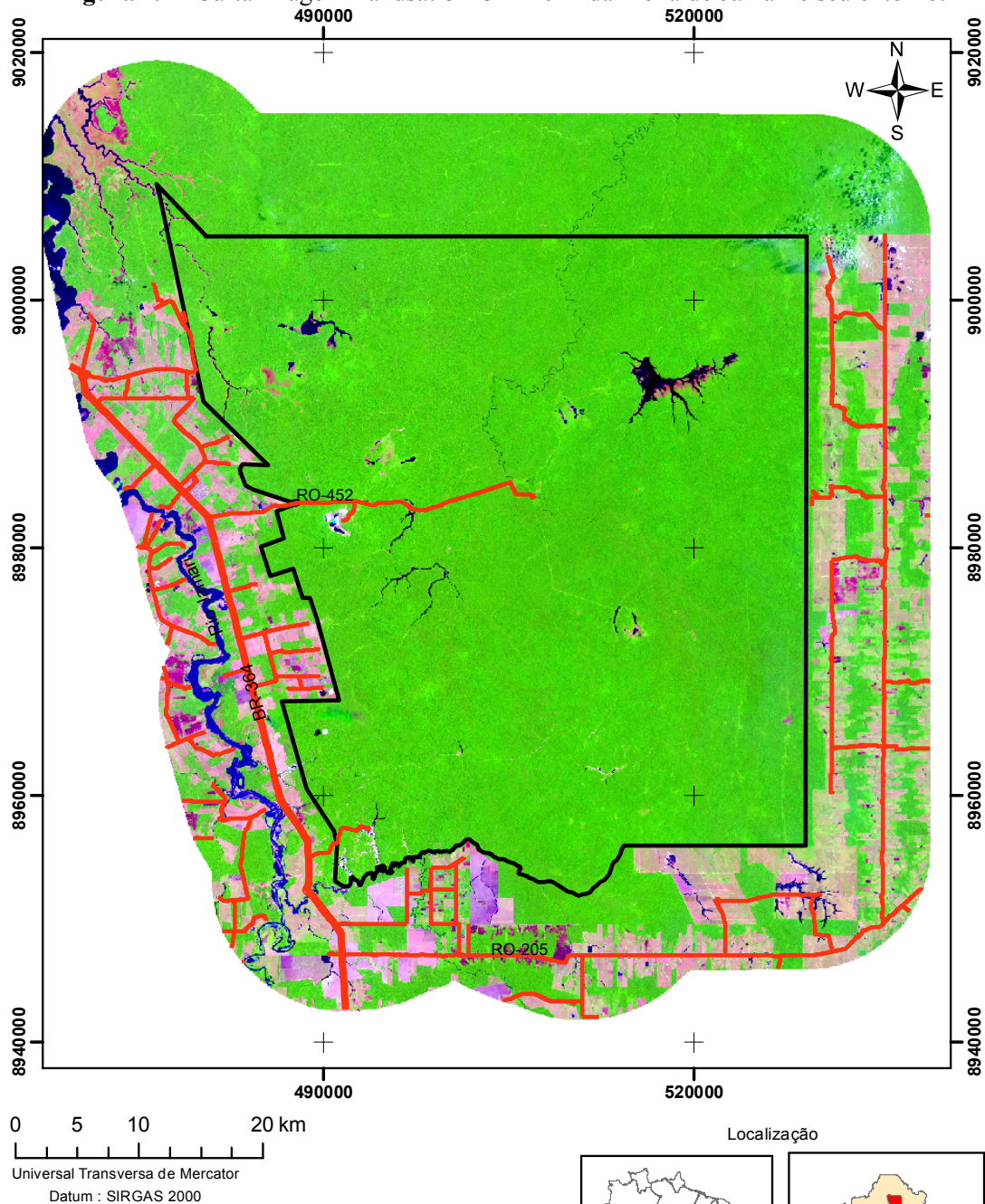


Figura 29 – Carta imagem Landsat 8 - OLI 2014 da Flona do Jamari e seu entorno.



Legenda

— Rodovia não pavimentada

— BR 364

Flona do Jamari

FONTE:

U.S. GEOLORGICAL SURVEY – Landsat 8, sensor OLI,
Composição coloridaR(6)G(5)B(4) fusão com a Banda 8.
Órbita/Ponto.

Limite da Flona do Jamari – ICMBio, 2014;

Malha Viária do Estado de Rondônia – CENSIPAM, 2010.

3.2 VULNERABILIDADE NATURAL À EROSÃO

3.2.1 GEOLOGIA

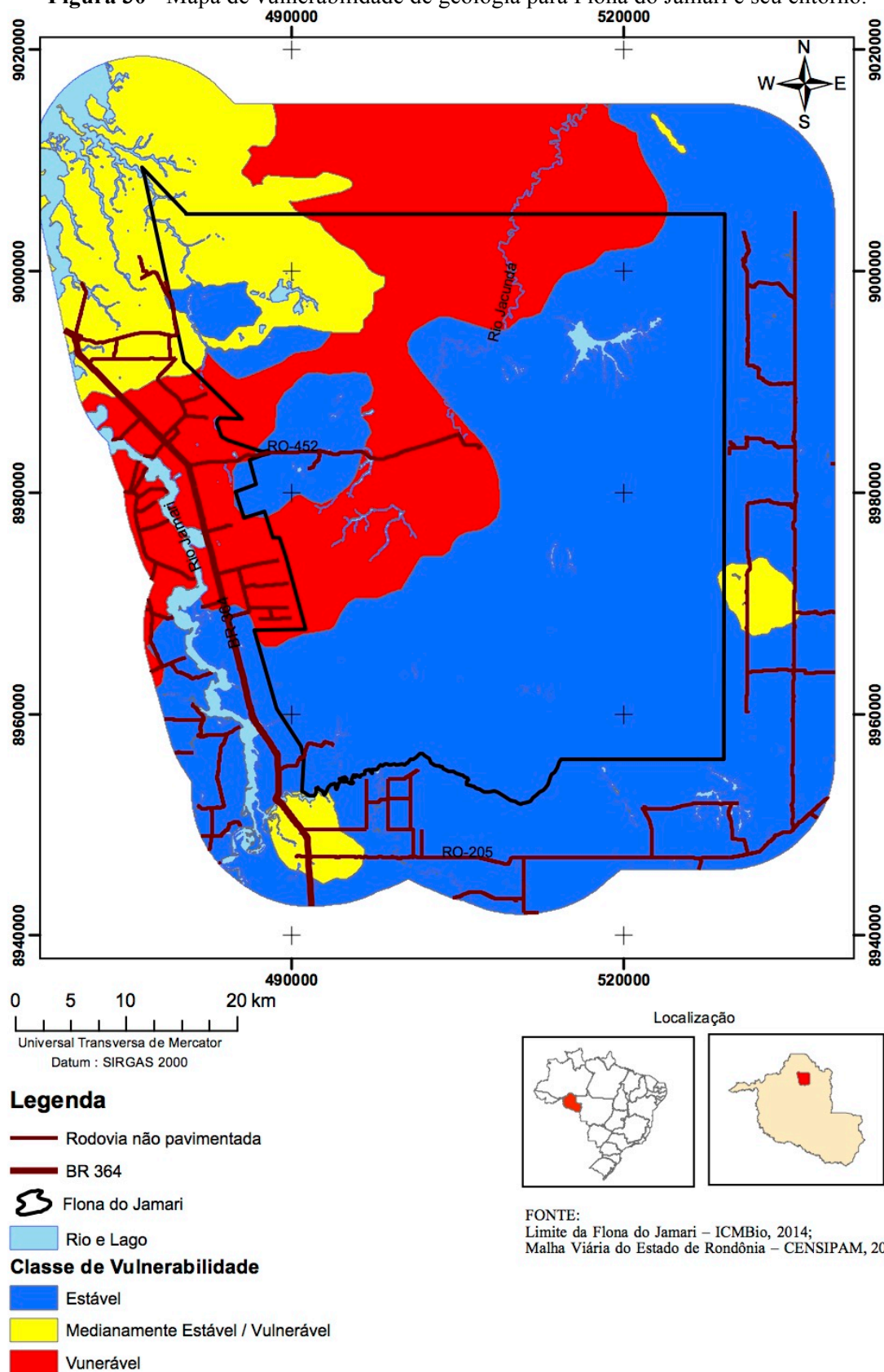
A Tabela 7 apresenta as diferentes classes de geologia presentes na área de estudo e os pesos, variando de 1,0 a 3,0, propostos por Crepani et al. (2001) para os diferentes tipos de unidades geológicas.

Tabela 7 - Atribuição de pesos no mapa temático de geologia.

CÓDIGO	ÍNDICE DE VULNERABILIDADE	DESCRIÇÃO
LR	0	Lagos e Rios
MPgr	1,3	Suíte Intrusiva Santa Clara
Msp	1,4	Suíte Intrusiva Serra da Providência
NPyg	1,2	Granitos Jovens de Rondônia
PMP	1,3	Complexo Jamari
Qpt	3	Cobertura Sedimentares Indiferenciadas (Terraços Fluviais Pleistocênicos)
TQi	3	Coberturas Sedimentares Indiferenciadas
TQli	2	Lateritos Imaturos

A atribuição de pesos e reclassificação das classes de vulnerabilidade do tema de geologia (Figura 30) possibilita a identificação de porções no sul e leste da área de estudo com a classe estável de vulnerabilidade natural à erosão e a porções a noroeste e sul da área de estudo a classe modernamente estável/vulnerável. A classe vulnerável com relação ao tema de geologia é identificada na porção norte e centro oeste da área de estudo em função da presença de coberturas sedimentares cenozoicas.

Figura 30 - Mapa de vulnerabilidade de geologia para Flona do Jamari e seu entorno.



3.2.2 GEOMORFOLOGIA

Quanto menor for a intensidade de dissecação do relevo menores serão os valores atribuídos às unidades geomorfológicas na escala de vulnerabilidade, ou seja, valores mais próximos à estabilidade (próximos a 1,0). Da mesma forma, as unidades geomorfológicas que apresentam maiores intensidades de dissecação receberam valores da escala de vulnerabilidade mais próximos de 3,0, ou seja, próximos da classe vulnerável.

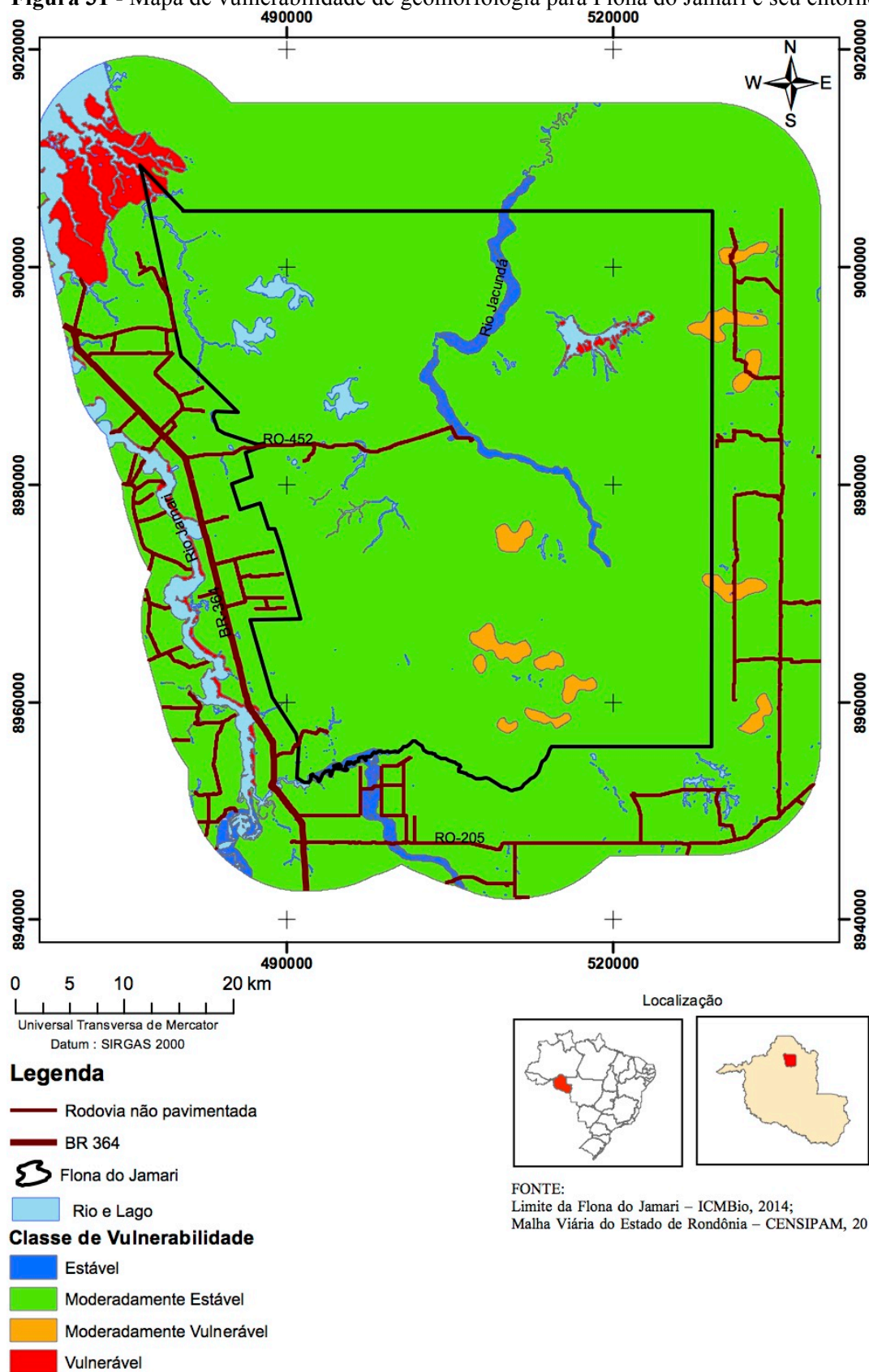
As diferentes classes de vulnerabilidade natural à erosão do tema de geomorfologia (Tabela 8) presente na área de estudo e seus pesos variando de 1,0 a 3,0, propostos por Crepani et al. (2001), para os diferentes tipos de feições geomorfológicas, estão listadas na Tabela 8. Os índices de menor vulnerabilidade estão associados às superfícies tanto de aplanamentos quanto tabulares e as maiores são atribuídas aos agrupamentos de morros e planícies inundáveis.

Tabela 8 - Atribuição de pesos no mapa temático de geomorfologia.

CÓDIGO	ÍNDICE DE VULNERABILIDADE	DESCRIÇÃO
A12	0	Lagos
A14	3	Planícies Inundáveis
A32	1,2	Terraços Fluviais
D2211	1,6	U. D. Superf. de Aplainamento com Dissecação Baixa e Nenhum ou Esporádicos Inselbergs e Tor
D2212	1,6	U. D. Superf. de Aplainamento com Dissecação Baixa e Muitos Tors e Hillocks Residuais
D2221	1,8	U. D. Superf. de Aplainamento com Dissecação Média e Nenhum ou Esporádicos Inselbergs
D2222	1,8	U. D. Superf. de Aplainamento com Dissecação Média e Muitos tors e Hillocks Residuais
S112	1,6	Superfícies Tabulares (Em rochas sedimentares com baixa a média dissecação)
DRE	0	Lagos e rios
D32	2,4	Agrupamentos de Morros e Colinas (Denso com colinas / inselbergs médios e altos)
D31	2,4	Agrupamentos de Morros e Colinas (Abertos com colinas / Inselbergs baixos e médios)

A classe de vulnerabilidade natural à erosão moderadamente estável é a predominante neste tema de geomorfologia na Flona do Jamari e seu entorno. As porções classificadas como vulneráveis estão localizadas no noroeste da área de estudo e moderadamente vulnerável em suas porções ao leste e centro-sul (Figura 31).

Figura 31 - Mapa de vulnerabilidade de geomorfologia para Flona do Jamari e seu entorno.



3.2.3 PRECIPITAÇÃO

As características físicas das chuvas envolvidas nos processos erosivos são fatores determinantes para a definição de valores de índice de vulnerabilidade natural à erosão do tema precipitação. São características relacionadas à quantidade ou pluviosidade total, a intensidade ou intensidade pluviométrica e a distribuição sazonal.

A produção do mapa de vulnerabilidade da erosão com relação ao tema precipitação ocorreu através do Mapa de Precipitação do projeto de Zoneamento Sócio Econômico do Estado de Rondônia (2000) e da posterior ponderação das classes de vegetação quanto à vulnerabilidade, seguindo Crepani et al. (2001).

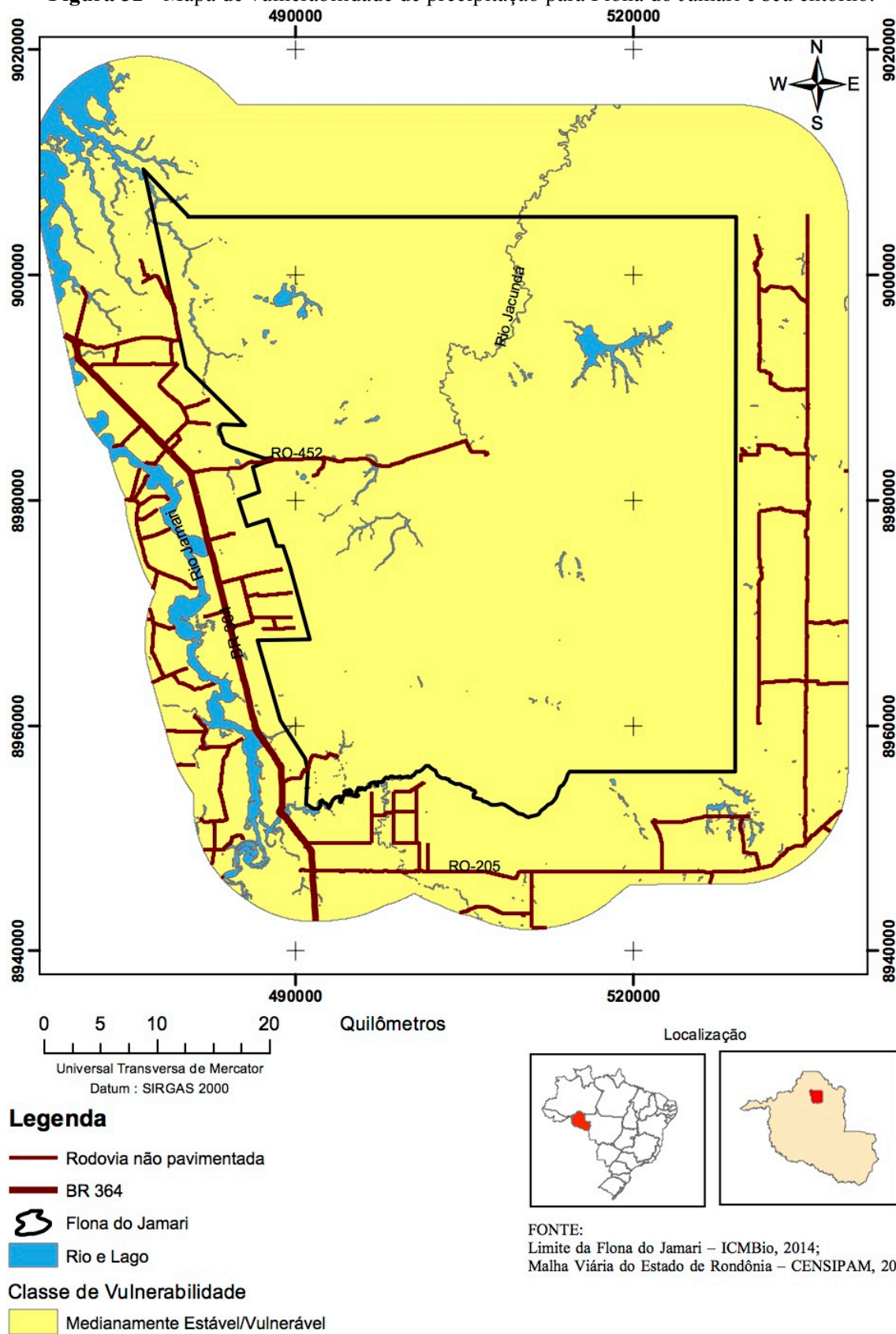
As diferentes classes de vulnerabilidade natural à erosão como o tema de precipitação na área de estudo com seus respectivos pesos propostos por Crepani et al. (2001) estão listado na Tabela 9.

Tabela 9 - Atribuição de pesos no mapa temático de precipitação.

CÓDIGO	ÍNDICE DE VULNERABILIDADE	DESCRIÇÃO
2100	2	Precipitação: 2100mm/ano
2200	2	Precipitação: 2200mm/ano
2300	2,1	Precipitação: 2300mm/ano
2400	2,1	Precipitação: 2400mm/ano
2500	2,2	Precipitação: 2500mm/ano
2600	2,3	Precipitação: 2600mm/ano
LR	0	Lagos e Rios

A Figura 32 exibe o mapa de vulnerabilidade natural à erosão com o tema precipitação, possibilitando a identificação da classe de vulnerabilidade moderadamente estável/vulnerável em função dos índices de precipitação variando de 2.100 mm/ano a 2.600 mm/ano.

Figura 32 - Mapa de vulnerabilidade de precipitação para Flona do Jamari e seu entorno.



3.2.4 VEGETAÇÃO

Crepani (1996) afirma que a densidade de cobertura vegetal como unidade de paisagem é um fator de proteção da unidade, logo as vegetações com cobertura mais densas serão atribuídos valores mais próximos à escala de estabilidade (1,0), para densidade vegetal intermediárias os valores ficam próximos a 2,0 e para baixas coberturas vegetais os valores tendem a se aproximar do maior grau de vulnerabilidade com valores próximos a (3,0). Desta forma, os valores próximos a 1,0 (estabilidade) a) vegetação composta por Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista; b) valores próximos a 1,4 e 1,7 (moderadamente estável) - para cobertura vegetal composta por Floresta Estacional Semidecidual, Savana Florestada, Estepe Arbórea e Formação Campinarana; c) valores próximos a 2,0 (mediana) - para cobertura vegetal composta por Savana Arborizada, Floresta Estacional Decidual, Campinarana Arborizada, Estepe Arborizada e Buritizal; d) valores próximos a 2,3 e 2,6 (moderadamente vulnerável) - para cobertura vegetal composta por Savana Parque, Savana Estépica Parque e; e) valores próximos a 3,0 (vulnerável) - para cobertura vegetal composta por Savana Gramíneo-Lenhosa, Campinarana Gramíneo-Lenhosa, vegetação secundária e pastagem.

Diferentes classes de vulnerabilidade natural à erosão como o tema de vegetação foram identificados na área de estudo com os pesos variando de 1,0 a 3,0, propostos por Crepani et al. (1996), Tabela 10.

Tabela 10 - Atribuição de pesos no mapa temático de vegetação.

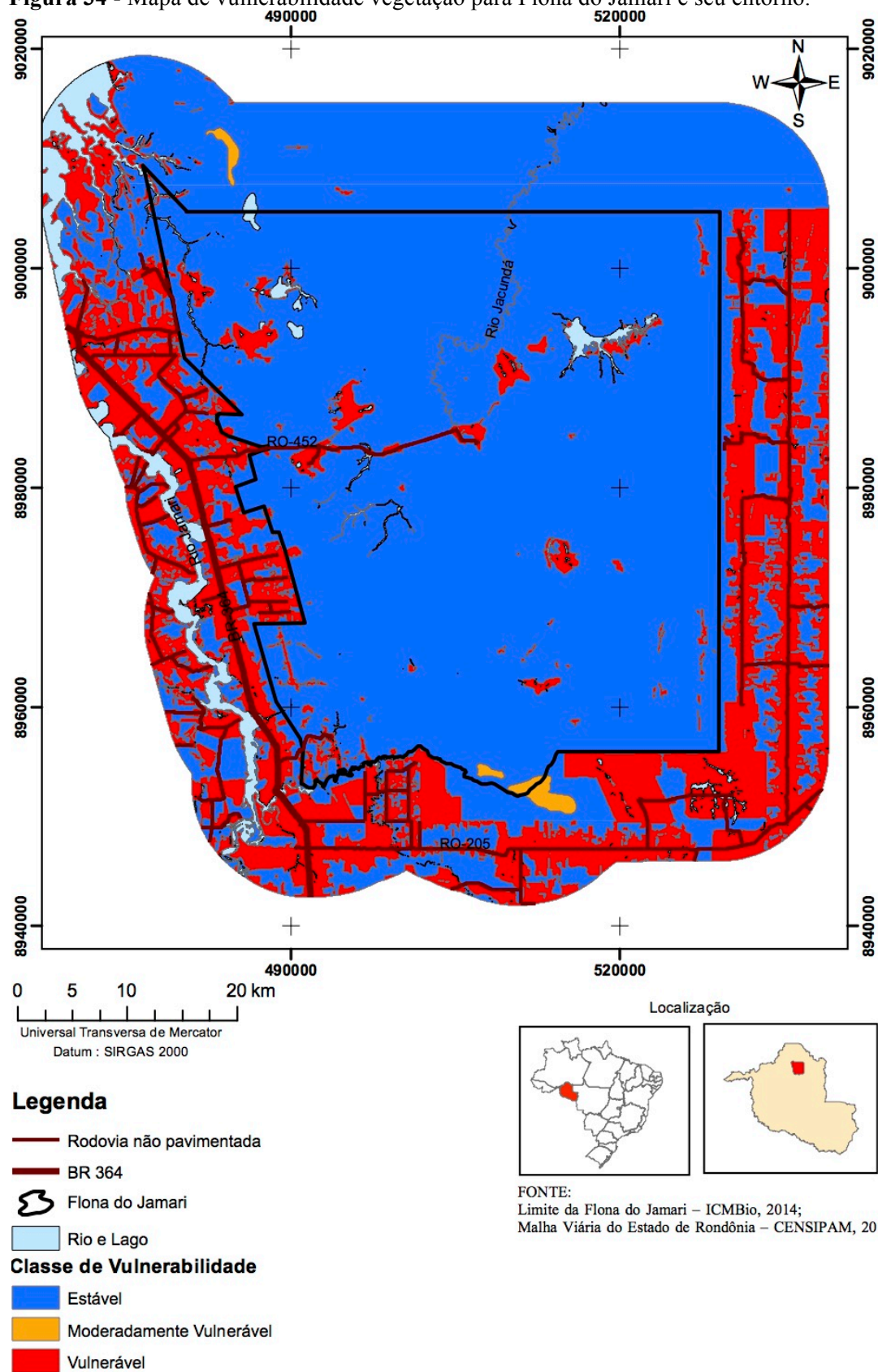
CÓDIGO	ÍNDICE DE VULNERABILIDADE	DESCRIÇÃO
Aa	1,4	Floresta Ombrófila Aberta aluvial
Ab	1,2	Floresta Ombrófila de Terras Baixas
As	1,2	Floresta Ombrófila Aberta Submontana
DES	3	Vegetação Secundária/ Áreas antropizadas
LR	0	Rios e Lagos
Ds	1	Floresta Ombrófila Densa Submontana
Pb	2,3	Formação Pioneira sobre Influência Fluvial Arbustiva
Ph	2,7	Formação Pioneira sobre Influência Fluvial Herbácea

Os tipos de vegetação após a realização da atribuição dos pesos e reclassificação das classes de vulnerabilidade natural à erosão evidenciaram nas porções oeste, sul e leste da área de estudo a maior concentração da classificação vulnerável por ser áreas já antropizadas. Pequenas porções de vulnerabilidade espalham-se pelo limite da Flona do Jamari em áreas de exploração mineral (Figura 34). As porções que sofreram interferências por ações antrópicas se confirmam com o registro fotográfico do trabalho de campo coletado no Ponto 01, conforme evidencia a Figura 33.

Figura 33 – Área com a retirada da cobertura vegetal nativa. Ponto 1. 02/10/2015. Autor: Fernando Dall'Igna.



Figura 34 - Mapa de vulnerabilidade vegetação para Flona do Jamari e seu entorno.



3.2.5 SOLOS

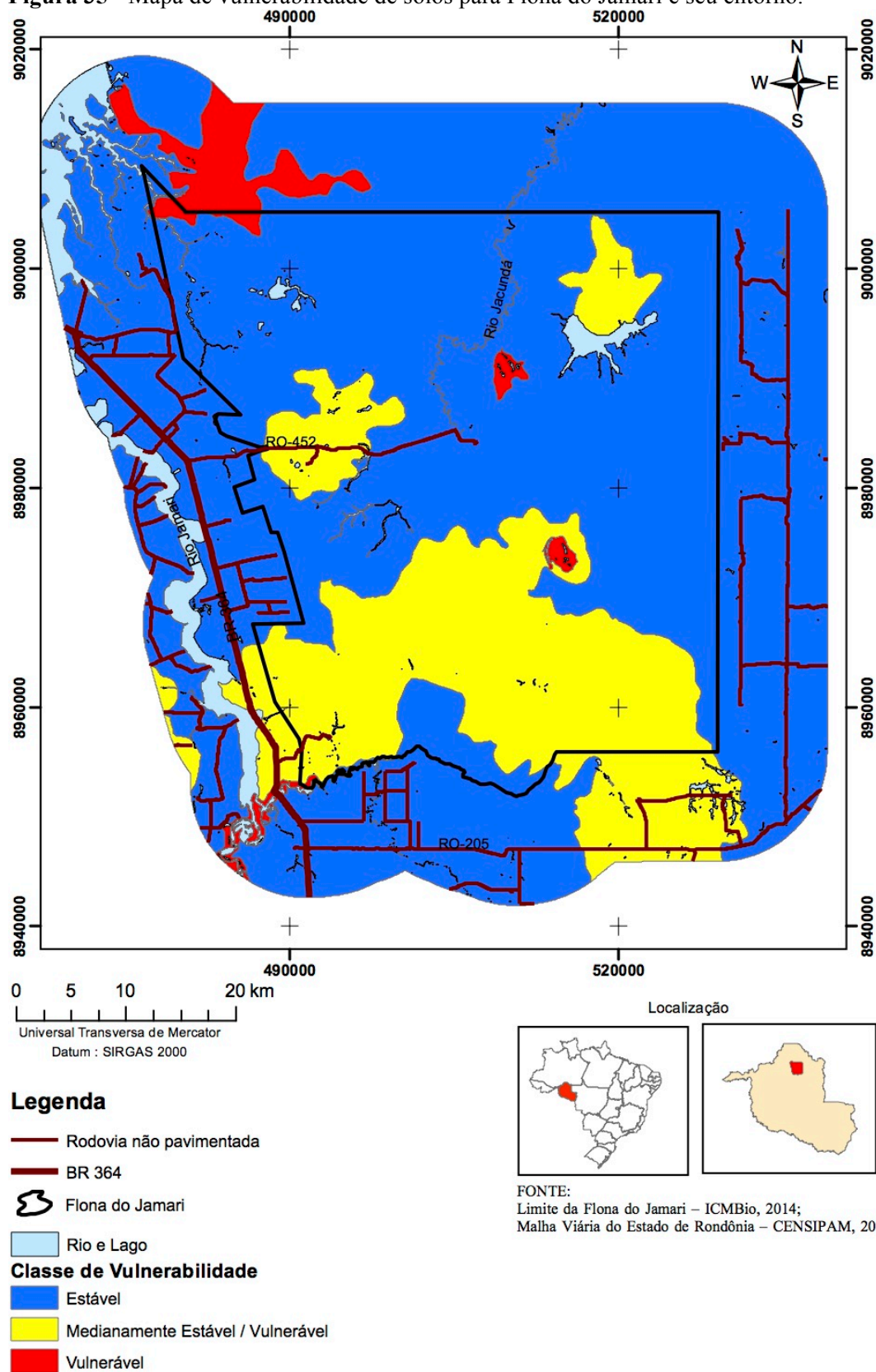
Diferentes classes de vulnerabilidade natural à erosão do tema de solos presentes na área de estudo e os seus respectivos pesos, variando de 1,0 a 3,0, propostos por Crepani et al. (2001), para os diferentes tipos de solos.

Tabela 11 - Atribuição de pesos no mapa temático de solos.

CÓDIGO	ÍNDICE DE VULNERABILIDADE	DESCRIÇÃO
ED	3	Neossolos Regolíticos Distróficos (Regossolos Distróficos)
GD	3	Gleissolos Distróficos (Solos Glei Distróficos)
ID	3	Plintossolos (Solos Concrecionários Distróficos)
LAD	1	Latossolos Amarelos Distróficos
LLD	1	Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos
LVD	1	Latossolos Vermelho-Escuros Distróficos
LVE	1	Latossolos Vermelho-Escuros Eutróficos
PD	2	Argissolos (Podzólicos Vermelho-Amarelo Distróficos)
LR	0	Lagos e Rios

Com a realização da atribuição dos pesos e reclassificação das classes de vulnerabilidade, verifica-se a predominância de porções de terreno de classe estável, com a porção de classe moderadamente estável/vulnerável disposta no centro sul da área de estudo (Figura 35).

Figura 35 - Mapa de vulnerabilidade de solos para Flona do Jamari e seu entorno.



3.2.6 VULNERABILIDADE NATURAL À EROSÃO DA FLONA DO JAMARI E SEU ENTORNO

Após as realizações das operações de geoprocessamento a Flona do Jamari e seu entorno apresentou as classes de vulnerabilidade natural à erosão, sendo elas: medianamente estável/vulnerável, estável, moderadamente estável, moderadamente vulnerável. A classe de vulnerabilidade moderadamente estável representa a porção mais expressiva em termos de área da Flona do Jamari e seu entorno, ou seja, 56,06% ou 258 mil hectares. A classe medianamente estável/vulnerável com 181 mil hectares (39,36%). A classe estável apresenta aproximadamente 4.471 mil hectares ou 0,96% e a classe como moderadamente vulnerável, representando menor proporção, ocorre em 443 hectares, ou seja, em 0,096% da área da Flona do Jamari e seu entorno (Figuras 36 e 37).

Figura 36 - Quadro de vulnerabilidade natural à erosão da Flona do Jamari e seu entorno.

Classe de vulnerabilidade	Legenda do mapa de vulnerabilidade natural à erosão (Figura 38) para a Flona do Jamari.	Área(ha)	Percentual
	Água	163.68,54	3,5462%
	Medianamente estável/vulnerável	181.656,43	39,356%
	Estável	4.471,44	0,9687%
	Moderadamente estável	258.629,09	56,0325%
	Moderadamente vulnerável	443,62	0,096%
	Total	461.569,12	100%

Figura 37 - Gráfico de percentual das classes de vulnerabilidade natural à erosão para Flona do Jamari e seu entorno.

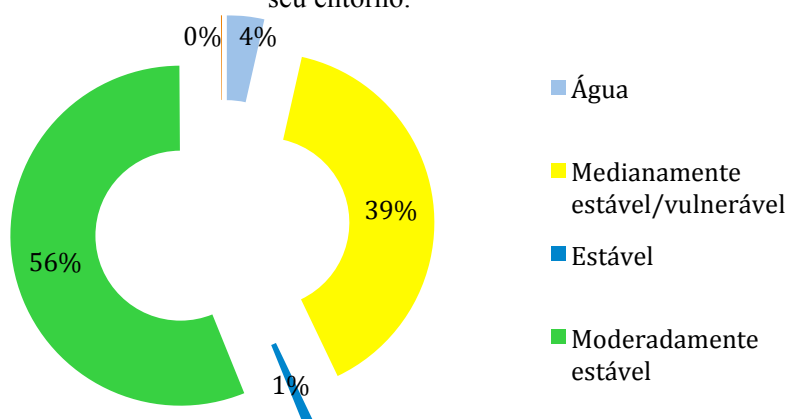
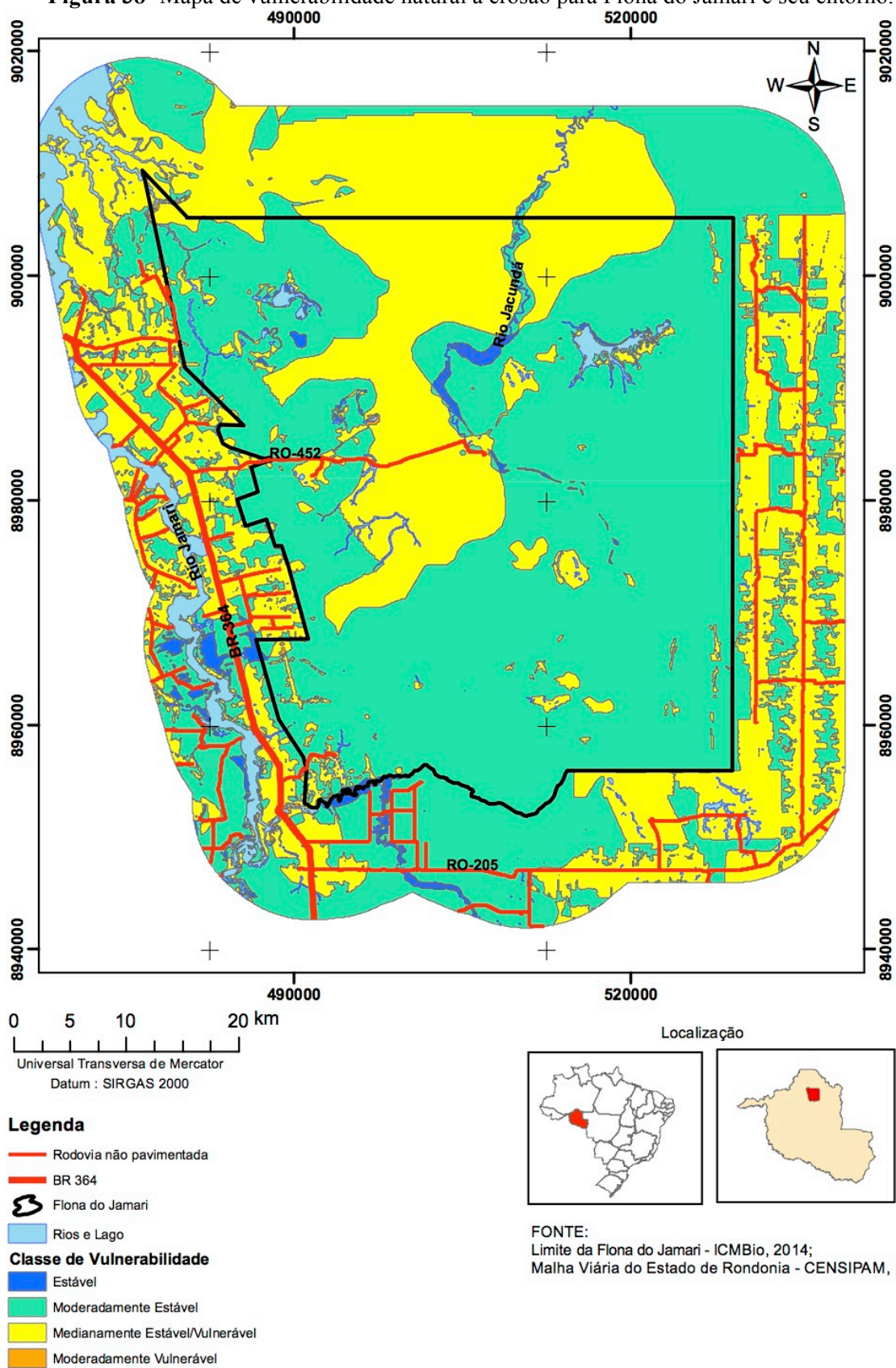


Figura 38- Mapa de vulnerabilidade natural à erosão para Flona do Jamari e seu entorno.

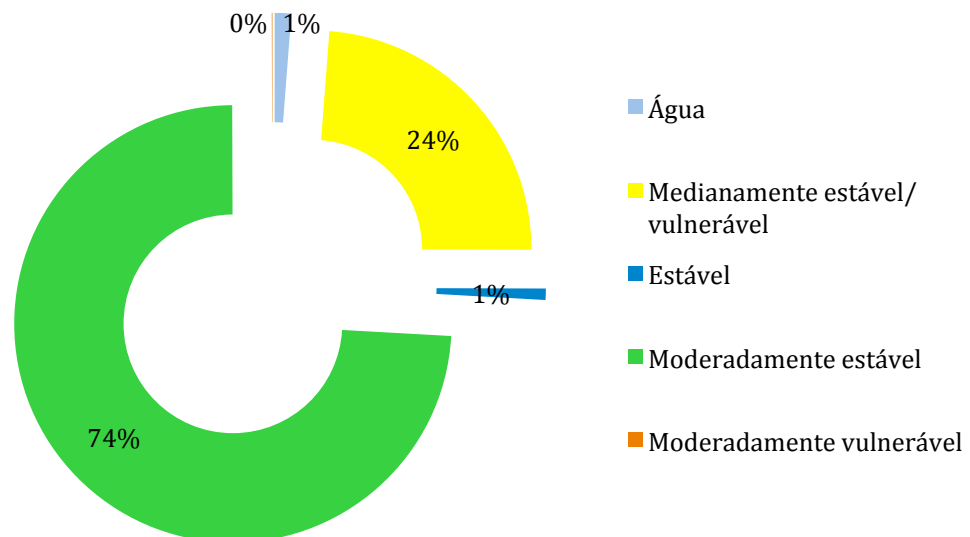


Caso seja analisada apenas a área da Flona do Jamari, a área das classes de vulnerabilidade natural à erosão medianamente estável/vulnerável é reduzida (23,83%) e a moderadamente estável ainda representa maior percentual (74,05%), conforme mostram as Figuras 39 e 40.

Figura 39 – Quadro das classes de vulnerabilidade natural à erosão da Floresta do Jamari.

Classe de vulnerabilidade	Legenda do mapa de vulnerabilidade natural à erosão (Figura 38) para a Flona do Jamari.	Área(ha)	Percentual
	Água	2.709,97	1,220%
	Medianamente estável/vulnerável	52.898,69	23,830%
	Estável	1.859,04	0,837%
	Moderadamente estável	164.398,53	74,059%
	Moderadamente vulnerável	115,69	0,052%
	Total	221.981,92	100%

Figura 40 - Gráfico de percentual das classes de vulnerabilidade natural à erosão para Flona do Jamari.



Vulnerabilidade estável: esta classe há pouca ocorrência na área de estudo, com aproximadamente 4.471,44 hectares (1%). Caracteriza-se em porções com a vegetação nativa

preservada, como exemplo porção no centro norte da área de estudo e às margens do rio Preto do Crespo, próximo a RO-205.

O Ponto 5 dos trabalhos de campo retrata uma área de classificação estável (Figura 41), localizada às margens do rio Preto do Crespo na RO-205. Se configura pelo tema geomorfologia com relação aos terraços aluviais e com mata nativa preservada. As planícies aluviais ocorrem apenas em poucos metros de extensão ao longo do rio Preto do Crespo, excluindo-se, desta forma, a possibilidade de seus mapeamentos na escala do trabalho.

Figura 41 – Área de vulnerabilidade natural à erosão estável às margens do rio Preto do Crespo na RO-205. Ponto 5. 02/10/2015. Autor Fernando Dall'Igna.



Vulnerabilidade moderadamente estável: encontra-se em porções de terreno distribuídas na área de estudo, sendo fortemente influenciada pela conservação da vegetação nativa.

A classificação Moderadamente Estável foi observada no Ponto 2, onde ocorre o contato das áreas Estável e Moderadamente Estável caracterizada pelas mudanças das unidades geológicas sedimentos indiferenciados cenozoicos e granitos jovem de Rondônia. Ao longo do leito estrada é possível observar os sedimentos indiferenciados cenozoicos (Figura 42).

Figura 42 – Foto do leito da estrada composta por sedimentos indiferenciados cenozoicos. Ponto 2. 02/10/2015. Autor Fernando Dall’Igna.



Vulnerabilidade medianamente estável-vulnerável: são as porções do terreno que demandam mais cuidados em termos de fragilidade ambiental. Possuem abrangência mais expressiva nos quadrantes leste e oeste da área de estudo onde se encontra a maior parte das propriedades rurais, ou seja, estão sobre locais com intensa transformação de uso e ocupação dos solos para fins agropecuários. No quadrante ao norte da área de estudo o principal fator refere-se à unidade geologia de Cobertura Sedimentares Indiferenciadas.

A representação da classe medianamente estável-vulnerável foi registrada nos trabalhos de campo ao longo dos Pontos 1, 3, 6 e 7. No Ponto 1 o registro fotográfico (Figura 43) mostra ausência de vegetação nativa com predominância de pastagem e agricultura de modo subordinada. Nesta área ocorrem dois tipos de terrenos de morrotes com laterita coesa e áreas planuras com laterita incoesa.

Figura 43 – Área de classificação Medianamente Estável/Vulnerável com ausência de vegetação nativa. Ponto 1. 02/12/2015. Autor Fernando Dall’Igna.



O Ponto 3 a definição da classificação de vulnerabilidade natural à erosão ocorre em função da retirada da vegetação nativa sobre a unidade geológica Granito Jovem de Rondônia. Por outro lado, a exploração mineral de cassiterita que ocorre na área também corrobora para a classificação da vulnerabilidade natural à erosão (Figura 44).

Figura 44 – Atividade de mineração de cassiterita nas proximidades da BR-364. Ponto 3. 02/10/2015. Autor: Fernando Dall’Igna.



Vulnerabilidade moderadamente vulnerável: apesar de representar a menor porção dentre as obtidas, 443 hectares (0,09%), são as porções do terreno que mais demandam cuidados ambientais. Apresentam maior ocorrência em porções em que a cobertura vegetal nativa foi modificada por ações antrópicas.

A classe moderadamente vulnerável foi observada no Ponto 4, nas proximidades da ponte do rio Preto do Crespo na BR-364. A classificação é definida por sedimentos aluvionais retrabalhados pelo rio Preto do Crespo e com o desmatamento, inclusive sem vegetação secundária (Figura 45).

Figura 45 – Registro fotográfico da classe moderadamente vulnerável. Ponto 4. 02/10/2015. Autor: Fernando Dall'Igna.



CONCLUSÃO

Os estudos envolvendo a Floresta Nacional (Flona) do Jamari possibilitaram uma abordagem mais significativa com relação a questões do desenvolvimento regional no contexto geoambiental, por tratar-se de uma unidade de conservação que forma um expressivo corredor ecológico de áreas protegidas em Rondônia, inseridas na porção oeste do “Arco do Desmatamento” Amazônico.

Flona do Jamari representa a primeira floresta pública de concessão florestal com modalidade de gestão sustentável e de utilização racionalizada de seus recursos florestais, de acordo com a Lei de Gestão de Florestas Públicas (BRASIL, 2006).

Atividades antrópicas na área que em 1984 seria os limites da Flona do Jamari e seu entorno tiveram seu início nos primeiros anos da década de 1970 em sua porção oeste com a abertura da BR-364 e atividades de lavra mineral de cassiterita. Em relação, ainda, às atividades de lavra de cassiterita, até 1997 foram desmatados cerca de 6.265 hectares dentro dos limites da Flona do Jamari e outros 736 hectares foram desmatados entre os anos 2000 e 2010. Nos primeiros anos da década de 2010 foi verificada uma acentuada ocupação nas proximidades da BR-364, aumento das áreas de lagos decorrentes de atividades de lavra de cassiterita e a RO-205 com forte antropização em suas proximidades.

A área da Flona Jamari e seu entorno apresenta porções de estabilidade e instabilidade naturais como parte da evolução de sua paisagem. Foi possível identificar as classes de vulnerabilidade natural à erosão medianamente estável/vulnerável (39,35%), estável (0,97%), moderadamente estável (56,03%) moderadamente vulnerável (0,1%). Estão distribuídas em porções do terreno com características diferentes do meio físico e também com influência ou não de atividades antrópicas.

As diferentes características do meio físico podem possuir classes de vulnerabilidade natural à erosão mais elevadas e, conseqüentemente, não serem viáveis para o processo de ocupação. O próprio processo de antropização já altera significativamente o grau de vulnerabilidade natural à erosão tendo que ser monitorado para minimizar os impactos sobre o meio físico da região em questão.

Na porção sul da Flona e seu entorno há indícios de antropização, com especial atenção às porções do terreno que apresentam características de vulnerabilidade natural à erosão

medianamente estável/vulnerável, cuja ocupação se configura para fins agropecuários. Para as porções com características de vulnerabilidade medianamente vulnerável a ação antrópica está sendo desenvolvida em áreas com características de fragilidade ambiental em função de representar desmatamentos associados às drenagens.

As diversas fontes de dados existentes possibilitaram a realização de integrações de dados para elaboração dos estudos apoiados em ferramentas de geotecnologias. A utilização de sistemas computacionais tem possibilitada a realização de análises empíricas da vulnerabilidade natural à erosão de maneira eficaz, quando se obtém o cruzamento com dados de campo para seus ajustes e validações.

REFERÊNCIAS

- ADAMY, A. **Estudos das formas de relevo**. In: Atlas Geoambiental de Rondônia. Porto Velho: SEDAM, v.2, 2002.
- ADAMY, A. **Geodiversidade do estado de Rondônia**. Adamy. A (Org.). Porto Velho: CPRM, 2010.
- BACK, P. **How nature works, the science of self-organized criticality**. Oxford University Press, 1997.
- BARBOSA, C.C.F. **Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento**. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1997.
- BASTOS, A.; PASSOS, E.; MANIESI, V.; GOMES, F.; UCHÔA, L.F. **Geomorfologia Aplicada À recuperação de áreas alteradas no sudoeste da Amazônia: O Entorno Da Floresta Nacional Do Jamari/RO**. in: Revista Geonorte, Edição Especial 4, v.10, n.1, p.420-427, 2014.
- BECKER, B.K. Amazônia. Ática: São Paulo, 1998.
- BECKER, B.K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, n.53, v.119, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000100005. Acesso em: 15 de Abr. de 2015.
- BECKER, B.K.; EGLER, A. G. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos estados da Amazônia Legal**. Brasília: Secretaria de Coordenação da Amazônia e secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 43 p. Relatório técnico. 1997.
- BERRY, J. K. **Cartographic modeling: the analytical capabilities of GIS**. In: Environmental modelling with GIS, New York, Oxford University Press, 1993.
- BERTONI, J.; LOMBARDI, N. F. **Conservação do solo**. 5. ed. São Paulo, 2005.
- BETTENCOURT, J.S.; LEITE JR., W.B.; PAYOLLA, B.L.; SCANDOLARA, J.E.; MUZZOLON, R.; VIAN, J.A.A.J. **The rapakivi granites of the Rondônia Tin Province, northern Brazil**. in: International Symposium on Granites and Associated Mineralizations, 2, Salvador. Excursions Guide. Salvador: CBPM/SGM, p.3-3.1, 1997.
- BETTENCOURT, J.S.; TOSDAL, R.M.; LEITE JÚNIOR, W.B.; PAYOLLA, B.L. **Mesoproterozoic rapakivi granites of the Rondônia Tin province, southwestern border of the Amazonian Craton, Brazil: I. reconnaissance U-Pb geochronology and regional implications**. Precambrian Research, v. 95, p. 41-67, 1999.

BRASIL. **Decreto nº 90.224, de 25 de setembro de 1984.** Cria a Floresta Nacional do Jamari, no Estado de Rondônia, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26, Set., 1984.

BRASIL. Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993.** Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências., Brasília, DF, 21 junho, 1993.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. **Lei Federal nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Brasília: MMA/SBF, 2000.

BRASIL. **Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006.** Dispõe sobre a Gestão de Florestas públicas para a Produção Sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FndF; Brasília, DF, 3 março, 2006.

BRASIL. **Decreto nº 6.063, de 20 de Março de 2007.** Regulamenta, no âmbito federal, dispositivos da lei no 11.284, de 2 de março de 2006, que dispõe sobre a Gestão de Florestas Públicas para a produção sustentável, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, P. 1-4. 21, Mar., 2007a.

BRASIL. SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Plano Anual de Outorga Florestal 2007 - 2008.** Brasília, DF, 2007b. Acesso em: 16 de março de 2015.

BRASIL. SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Cadastro Nacional de Florestas Públicas.** Brasília, DF, 2012. Disponível em: < <http://www.florestal.gov.br/informacoes-florestais/cadastro-nacional-de-florestas-publicas/cadastro-nacional-de-florestas-publicas>> Acesso em: 18 de março de 2015.

BRASIL. DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. **Informe Mineral**, 2013. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br>>. Acesso em: 05 Jun. 2014.

BRASIL. SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Plano de Outorga Florestal-PAOF 2014.** Brasília, DF, 2014.

BRASIL. SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Concessão Florestal - Um novo paradigma de uso das florestas.** Brasília, DF. 2015a. Disponível em: < <http://www.florestal.gov.br/concessoes-florestais/o-que-e-concessao-florestal/concessao-florestal-um-novo-paradigma-de-uso-das-florestas>> Acesso em: 18 de março de 2015.

BRASIL. SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Plano de Outorga Florestal-PAOF 2015.** Brasília, DF, 2015b.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.; MEDEIROS, J.S. **Fundamentos epistemológicos da ciência da geoinformação**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 1996.

CÂMARA, G.; DAVIS, C; MONTEIRO, A. M. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2004.

CENSIPAM - SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA. **Malha Viária do Estado de Rondônia**. Escala 1:250.000, 2010.

CHELLY, R.; MANIESI. V. **Vulnerabilidade à erosão no município de Rio Branco, Acre: aplicação de técnicas de geoprocessamento**. In: Seminário Internacional Amazônia e Fronteiras do Conhecimento, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos - NAEA/UFPA, Belém, 17p, 2008.

COY, M. **Desenvolvimento Regional na Periferia Amazônica**. Organização do espaço, conflitos de interesses e programas de planejamento dentro de uma região de “fronteira”: O caso de Rondônia. In AUBERTIN, C. (org.). *Fronteiras*, Brasília: Editora Universidade de Brasília: Paris: ORSTOM, 1988.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico**. Escala 1:250.000, 2011.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico**. São José dos Campos, INPE, 1996.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; FILHO, P.H.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos, INPE, 2001.

DALL'IGNA, L.G. **A Mineração e o Garimpo de Cassiterita em Rondônia**. In: A Terra em Revista, Ano 2, n.1, CPRM, 1996.

DALL'IGNA, L.G. **Vulnerabilidade natural à erosão da Folha Presidente Médici – Rondônia**. Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. Fundação Universidade Federal de Rondônia. Núcleo de Ciências e Tecnologia, 2005.

DANTAS, M. E.; ADAMY, A. **Compartimentação do relevo**. In: Geodiversidade do estado de Rondônia. Adamy. A (Org.). Porto Velho: CPRM, 2010.

FEARNSIDE, P.M. **Aquecimento global na Amazônia: impactos e mitigação**. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA). *Acta Amazonica*, v.39 (4), p.1003-1012. Manaus, 2009.

FEARNSIDE, P.M. **Estoque e estabilidade do carbono nos solos na Amazônia brasileira**. In: As terras pretas de índio da Amazônia: Sua caracterização e uso deste conhecimento na criação

de novas áreas. Editora da Universidade Federal do Amazonas (EDUA) & Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas, 2010.

FERREIRA, L.V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos avançados**. 19 (53), p. 157-166, 2005.

GONÇALVES, J. L.M.; NOGUEIRA, L.R.; DUCATTI, F. Recuperação de solos degradados. In: **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Kageyama, P.Y.; Oliveira, R.E.; Moraes, L.F.D.; Engel, V.L.; Gandara, F.B. (orgs.). Botucatu, FEPAF, p.111-163, 2003.

GUADAGNIN, J.C.; BERTOL, I.; CASSOL, P.C.; AMARAL, A.J. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29, p.277-286, 2005.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Limite das Unidades de Manejo**. Escala 1:250.000, 2013.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Limite da Floresta Nacional do Jamari**. Escala 1:250.000, 2014.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS E DO MEIO AMBIENTE. **Plano de manejo de uso múltiplo da Floresta Nacional do Jamari**. Ministério do Meio Ambiente – MMA, Brasília, 2005a.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS E DO MEIO AMBIENTE. **Socioeconomia da população residente e do entorno**. In: Plano de Manejo da Floresta Nacional do Jamari, v.1 (Diagnóstico). Brasília, IBAMA, 2005b.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa da vegetação do Estado de Rondônia**. 1.ed. Escala 1:1.000.000, 2006. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/vegetacao/unidades_federacao/ro_vegetacao.pdf. Acesso em: 05 fev. 2014.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Limites municipais do Estado de Rondônia**. Escala 1:250.000, 2014.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Estimativas anuais**, São José dos Campos, SP, 2013. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br>> acesso em: 05 fev. 2014.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Projeto TERRACLASS: Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia legal**. 2014. Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass2012.php>. Acesso em: 05 mar. 2015.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Projeto PRODES: monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite**. 2015. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

ISOTTA, C.A.L.; CARNEIRO, J.M.; KATO, H.T.; BARROS, R.J.L. **Projeto província estanífera de Rondônia**. Relatório final. Porto Velho: CPRM, (Convênio DNPM/CPRM), 1978.

KLOOSTERMAN, J.B. Uma província do tipo nigeriano no sul da Amazônia. **Mineração e Metalurgia**, v. 47, n. 278, p. 59-64, 1968.

KOHLHEPP, G. **Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira**. *Estud. av.* [online]. v.16, n.45, p. 37-61. ISSN 0103-4014, 2002.

LEAL, J.W.L.; SILVA, G.H.; ABREU, A.S.; LI-MA, M.I.C. de. **Granito Serra da Providência**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 29, Ouro Preto: SBG, v.4, p.59-74, 1976.

LIMA, J.A.D.; ADAMY, A.; SOEIRO, R.S.; CARNEIRO, J.M.; BARROS, R.J.L.; KATO, H.T.; ISOTTA, C.A.L. **Projeto Sulfetos de Abunã**. Relatório Final. Porto Velho: CPRM, 2v. (Convênio DNPM/CPRM), 1976.

LOBATO, F.P.N.S.; APPEL, L.E.; GODOY, M.C.F.T.; RITTER, J.E. **Pesquisa de cassiterita no território federal de Rondônia**. Relatório final. Rio de Janeiro: DNPM/DFPM, 209 p. (Boletim, 125), 1966.

LONGLEY, P.A.; GOODCHILD, M.F.; MAGUIRE, D.J.; RHIND, D.W. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3.ed. Porto Alegre. Bookman Editora. ISBN 978-85-65837-69-9, 2013.

LONGO, R.M.; RIBEIRO, A.Í.; MELO, W.J. **Recuperação de solos degradados na exploração mineral de cassiterita: biomassa microbiana e atividade da desidrogenase**. *Bragantia*, v.70, n.1, p.132-138. ISSN 0006-8705, 2011.

MATTOS, C.; YOUNG, C.P. **Colonização agrícola em floresta tropical úmida e seus impactos ambientais: o caso de Machadinho d'Oeste – Rondônia**. Campinas, Embrapa Monitoramento por Satélite, 1991.

MEDINA, A. I. M.; SILVA, J. P. C. R.; CUNHA, F. G. ; JACQUES, P. D.; BORGES, A. F. B. **Geologia ambiental: contribuição para o desenvolvimento sustentável**. In: Tendências Tecnológicas Brasil 2015: Geociências e Tecnologia Mineral. ed. FERNANDES, F.R.C; LUZ, A.B; MATOS, G. M. M.; CASTILHOS, Z. C. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, ISBN 978-85-7227-243-8, 2007.

MELO, A. F. F.; SANTOS, A. J.; CUNHA, M. T. P.; CAMPOS, M. J.; D'ANTONA, R. J. G. **Projeto Molibdênio em Roraima: relatório final**. Manaus: DNPM/CPRM, 1978.

NASA - NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). 2000. Disponível em <<http://srtm.usgs.gov/>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

OTT, A. M. T. **Dos projetos de desenvolvimento ao desenvolvimento dos projetos: o Planaflores em Rondônia**. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. 177 p. 2002.

PAYOLLA, B.L.; BETTENCOURT, J.S.; KOZUCH, M.; LEITE Jr., W.B. FETTER, A.; VAN SCHMUS, W.R. Geological evolution of the basement rocks in the east-central part of the Rondônia Tin Province, SW Amazonian Craton, Brazil: U-Pb and Sm-Nd isotopic constraints. *Precambrian Research*, v. 119, p.141-169, 2002.

QUADROS, M.L. E. S.; RIZZOTTO, G.J. (Org.). **Geologia e recursos minerais do estado de Rondônia**: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais do estado de Rondônia, escala 1:1.000.000. Porto Velho: CPRM, 116 p. Programa Geologia do Brasil, 2007.

RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Projeto RADAMBRASIL, Folha SC.20 – Porto Velho. DNPM, 1978.

RIZZOTTO, G.J.; QUADROS, M.L. E.S.; SCANDOLARA, J.E.; SILVA, C.R. ; BAHIA, R.B.C. **Posicionamento tectono-estratigráfico da sequência metavulcano-sedimentar Roosevelt na região limítrofe dos Estados de RO/MT**. In: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 5, 1995, Gramado. Boletim de Resumos Expandidos. Gramado: SBG/UFRGS/CPGQ, 445p. p.310-311, 1995.

ROCHA, C.H.B. **Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar**. Juiz de Fora, MG. ed. Do Autor, 2000.

RONDÔNIA. **Zoneamento Sócio Econômico Ecológico do Estado de Rondônia**. Porto Velho, 2000.

RONDÔNIA. **Atlas geoambiental de Rondônia**. Porto Velho, 2002.

SANTOS, J.O.S.; RIZZOTTO, G.J.; EASTON, M.R.; POTTER, P.E.; HARTMANN, L.A.; McNAUGHTON, N.J. **The Sunsás Orogen in Western Amazon Craton, South America and correlation with the Grenville Orogen of Laurentia, based on U-Pb isotopic study of detrital and igneous zircons**. Denver: Geological Society of America, 2002.

SANTOS, J.O.S.; RIZZOTTO, G.J.; CHEMALE, F.; HARTMANN, L.A.; QUADROS, M.L. E.S.; McNAUGHTON, N.J. **Três orogêneses colisionais do sudoeste do cráton Amazonas: evidências com base em geocronologia U-Pb**. In: Simpósio Brasileiro de Geologia do Centro-Oeste, 8., Cuiabá. Boletim de Resumos. Cuiabá: SBG-Núcleo Centro- Oeste, 2003. p. 85-88, 2003.

SCANDOLARA, J.S.; RIZZOTTO, G.J.; BAHIA, R.B.C.; QUADROS, M.L. E.S.; SILVA, C.R.; AMORIM, J.L. **Mapa geológico do estado de Rondônia**. Escala 1:1.000.000. Porto Velho: CPRM, 1999.

SILVA, L.P.; MANIESI, V. **Avaliação dos limites de uso e ocupação da sub-bacia do rio Enganado-Rondônia, com auxílio de técnicas de geoprocessamento: uma proposta de uso sustentável**. *Revista Geociências, UNESP*, v.4, n.3, p.267-276, 2005.

SILVA, M. T. G; LACERDA, M. P. C.; CHAVES, A. A. A. **Geotecnologia aplicada na avaliação do uso das terras da microbacia do Ribeirão João Leite, Goiás.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v.39, p. 330-337, 2009.

SOUZA, E.C.; MELO, A.F.F.; ADAMY, A.; SOEIRO, R.S.; DALEIRO, V. **Projeto Noroeste de Rondônia.** Relatório final. Porto Velho: CPRM, 12 v. (Convênio DNPM/CPRM), 1975.

TASSINARI, C.C.G. **A porção ocidental do Cráton Amazônico: evidências isotópicas de acreção continental no Proterozóico Médio.** In: Symposium Amazonico, 2, Manaus. Atas. DNPM, 1984. p.439-446, 1984.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro, IBGE, 1977.

U.S. GEOLORGICAL SURVEY – **Landsat 1, sensor MSS.** Composição colorida R(3) G(4) B(1). Órbita/Ponto 249/66, Data 05/09/1972, 1972.

U.S. GEOLORGICAL SURVEY – **Landsat 5, sensor TM.** Composição colorida R(5) G(4) B(3). Órbita/Ponto 232/66, Data 17/04/1992, 1992.

U.S. GEOLORGICAL SURVEY – **Landsat 8, sensor OLI.** Composição colorida R(6)G(5)B(4) fusão com a Banda 8, 2014.

APÊNDICE 1 – Programação em LEGAL para troca de Pesos

Sequências de operações utilizadas no programa Legal no SPRING/INPE com os pesos estabelecidos da vulnerabilidade natural à erosão por tema para a transformação de dados temáticos em modelo numéricos de terreno.

Programa em Legal para Ponderação em Geologia

```
{
//Declaração de variáveis
Tematico vrg ("geo_rio");
Numerico vrn ("mntp");
Tabela tab (Ponderacao);
//instanciação
vrg = Recupere (Nome = "georio");
vrn = Novo (Nome="geologiapond", ResX=30.000, ResY=30.0000,
Escala=250000, Min=0, Max=3);
tab = Novo (CategoriaIni = "geo_rio",
"MPgr" : 1.3,
"Msp" : 1.4,
"NPYg" : 1.2, //1.2
"PMP" : 1.3,
"Qpt" : 3,
"TQi" : 3,
"TQli" : 2); //2
// operação
vrn = Pondere (vrg, tab);
}
```

Programa em Legal para Ponderação em Geomorfologia

```
{
//Declaração de variáveis
Tematico vrg ("geomorfologia"); //nome do tematico no painel de controle
Numerico vrn ("mntp"); //Categora de Saida do da exc
Tabela tab (Ponderacao); //maneira de conta
//instanciação
vrg = Recupere (Nome = "geomorfologia_zsee"); //Nome da PI
vrn = Novo (Nome="geompond", ResX=30, ResY=30,
Escala=250000, Min=0, Max=3);
tab = Novo (CategoriaIni = "geomorfologia",
"A12" : 0.00, //1.2
"A121" : 3.0 ,
"A14" : 3.00,
"A32" : 1.20,
"D2211" : 1.60,
"D2212" : 1.60,
"D2221" : 1.80,
"D2222" : 1.8,
"D31" : 2.40,
"D32" : 2.40,
"S112" : 1.80);
// operação
vrn = Pondere (vrg, tab);
}
```

Programa em Legal para Ponderação em Precipitação

```

{
//Declaração de variáveis
Tematico vrp ("precipita");
Numerico vrn ("mntp");
Tabela tab (Ponderacao);
//instanciação
vrp = Recuperar (Nome = "precipitacao");
vrn = Novo (Nome="precipitapond", ResX=30, ResY=30,
Escala=250000, Min=0, Max=3);
tab = Novo (CategoriaIni = "precipita",
"2100" : 2,
"2200" : 2,
"2300" : 2.1,
"2400" : 2.1,
"2500" : 2.2,
"2600" : 2.3);
//operação
vrn = Pondere (vrp, tab);
}

```

Programa em Legal para Ponderação em Vegetação

```

{
//Declaração de variáveis
Tematico vrp ("vegtm");
Numerico vrn ("mntp");
Tabela tab (Ponderacao);
//instanciação
vrp = Recuperar (Nome = "fat");
vrn = Novo (Nome="prodesponderado", ResX=30, ResY=30,
Escala=250000, Min=0, Max=3);
tab = Novo (CategoriaIni = "vegtm",
"00" : 3,
"Aa" : 3,
"Ab" : 3,
"As" : 3);
// operação
vrn = Pondere (vrp, tab);
}

```

Programa em Legal para Ponderação em Solos

```

{
//Declaração de Variáveis
Tematico vrs ("solos");
Numerico vrn ("mntp");
Tabela tab (Ponderacao);
// Instanciação das Classes

```

```

vrs = Recuperar (Nome = "solos_zsee");
vrn = Novo (Nome = "solospond", ResX = 30.000, ResY = 30.00, Escala = 250000, Min = 0,
Max = 3);
tab = Novo (CategoriaIni = "solos",
"ED2" : 3.0,
"GD2" : 3.0,
"ID2" : 3.0, //3.0
"LAD1" : 1.0,
"LAD3" : 1.0,
"LAD10" : 1.0,
"LAD15" : 1.0,
"LAD16" : 1.0,
"LAD23" : 1.0,
"LAD36" : 1.0,
"LLD1" : 1.0,
"LLD18" : 1.0,
"LLD21" : 1.0, //1.0
"LVD2" : 1.0,
"LVE7" : 1.0,
"PD10" : 2.0,
"lago" : 0);
// Operação matemática
vrn = Pondere (vrs, tab);
}

```


APÊNDICE 2 – Programação em LEGAL para operação aritmética

Sequência da operação aritmética do programa Legal no SPRING/INPE utilizada para gerar um novo geo-campo numérico de vulnerabilidade natural à erosão

Programa em Legal para Vulnerabilidade

```
//declaraçãoo
Numerico vrv, vrp, vrs, vrg, vrd, vrm ("mntp");
//instanciação
vrp = Recuperar (Nome ="geopondf");
vrs = Recuperar (Nome ="geompondf");
vrg = Recuperar (Nome ="prepondf");
vrd = Recuperar (Nome ="solpondf");
vrm = Recuperar (Nome ="vegpondf");
vrv = Novo (Nome= "vulnerabilidade_f", ResX=30.000, ResY=30.000, Escala= 250000, Min=0,
Max=3);
//operação
vrv =(vrp+vrs+vrg+vrd+vrm)/5;
}
```

APÊNDICE 3 – Programação em LEGAL para reclassificação

Sequência da operação de fatiamento que permite a transformação do modelo de geo-campo numérico para temático e a operação de reclassificação onde agruparam-se as 21 classes em seus respectivos intervalos de valores de vulnerabilidade natural à erosão.

Programa em Legal para Classificação da Vulnerabilidade Natural à Erosão

```
{
// programa em LEGAL desenvolvido para transformar o PI de vulnerabilidade do
// modelo numérico para um PI no modelo temático.
// Declaração
Numerico vrv ("mntp");
Tematico vrm ("vulnerabilidade");
Tabela tabv (Fatiamento);
// Instanciação
vrv = Recupere (Nome = "vulnerabilidade_f");
vrm = Novo (Nome = "vulnerabilidade_final", ResX=30.000, ResY=30.000, Escala =
250000);
// Operação
tabv = Novo (CategoriaFim="vulnerabilidade",
[0, 0.9999] : "agua",
[1.0,1.0999] : "C21",
[1.0999, 1.1999] : "C20",
[1.1999, 1.2999] : "C19",
[1.2999, 1.3999] : "C18",
[1.3999, 1.4999] : "C17",
[1.4999, 1.5999] : "C16",
[1.5999, 1.6999] : "C15",
[1.6999, 1.7999] : "C14",
[1.7999, 1.8999] : "C13",
[1.8999, 1.9999] : "C12",
[1.9999, 2.0999] : "C11",
[2.0999, 2.1999] : "C10",
[2.1999, 2.2999] : "C9",
[2.2999, 2.3999] : "C8",
[2.3999, 2.4999] : "C7",
[2.4999, 2.5999] : "C6",
[2.5999, 2.6999] : "C5",
[2.6999, 2.7999] : "C4",
[2.7999, 2.8999] : "C3",
[2.8999, 2.9999] : "C2",
[2.9999, 3.0] : "C1");
vrm = Fatie (vrv, tabv);
}
```

Após a realização da primeira classificação, através da operação de reclassificação, agrupou-se as 21 classes em seus respectivos intervalos de cinco classes de vulnerabilidade, como mostra a operação a seguir:

Programa em Legal para Reclassificação da Vulnerabilidade Natural à Erosão

```

{
// programa em LEGAL desenvolvido para transformar o PI de vulnerabilidade do
//modelo numérico para um PI no modelo temático.
//Declaração
Numerico vrv ("mntp");
Tematico vrm ("vulnerabilidade_grau");
Tabela tabv (Fatiamento);
// Instanciação
vrv = Recuperar (Nome = "vulnerabilidade_f");
vrm = Novo (Nome = "vulnerabilidade_grau1", ResX=30.000, ResY=30.000, Escala =
250000);
//Recuperação
tabv = Novo (CategoriaFim="vulnerabilidade_grau",
[0, 1.0] : "agua",
[1.0, 1.4] : "estavel",
[1.4, 1.8] : "mode_estavel",
[1.8, 2.3] : "estave_vulneravel",
[2.3, 2.7] : "mode_vulneravel",
[2.7, 3.0] : "vulneravel");
vrm = Fatie (vrv, tabv);
}

```

APÊNDICE 4 – Fichas de Registro de Trabalho de Campo

<u>Ficha de Trabalho de Campo</u>	
IDENTIFICAÇÃO Ponto 1 – Proximidades do Morro da Antena	PONTO DE COLETA:
UTM: 0470512 8994145	
DATA: 02/10/2015	HORA: 08:24
REGISTRO: (X) Fotográfico	
Classificação de Vulnerabilidade Natural à Erosão Apresentada: Medianamente Estável / Vulnerável	
Geologia: Laterita coesa configurando morro e incoesa com áreas adjacentes planas.	
Geomorfologia: Morrotes circundado por áreas planas.	
Vegetação: Ombrófila aberta e vegetação secundária	
Uso da Terra: Pastagem com criação de gado	
Descrição: Registo fotográfico Estável Vulnerável, onde ocorre ausência de vegetação nativa com predominância de pastagem e agricultura de modo subordinada. Nesta área ocorrem dois tipos de terrenos de morrote com laterita coesa e áreas planas com laterita incoesa. Na área que ocorre a classificação moderadamente estável a vegetação nativa se mantém preservada e está associada aos terrenos de lateria plana.	
Observações: Registros fotográficos de pastagem, morros, vegetação nativa e áreas planas. Definição das classes de vulnerabilidade com vegetação nativa e pastagem.	

<u>Ficha de Trabalho de Campo</u>	
IDENTIFICAÇÃO Ponto 2 – Ponto com classificação Estável	PONTO DE COLETA:
UTM: 0486693 8969560	
DATA: 02/10/2015	HORA: 09:32
REGISTRO: (X) Fotográfico	
Classificação de Vulnerabilidade Natural à Erosão Apresentada: Ponto de Transição entre Estável e Moderadamente Estável	
Geologia: Contato com sedimentos indiferenciados e granitos.	
Geomorfologia:	
Vegetação: Floresta Ombrófila Aberta – Floresta nativa	
Uso da Terra:	
Descrição: O Contato de áreas estável e moderadamente estável caracterizada pelo contato geológico entre as unidades Sedimentos Indiferenciados Cenozoicos e Granitos Jovem de Rondônia.	
Observações: Registros fotográficos da mata nativa e o leito da estrada com sedimentos. Foto: Classificação Moderadamente Estável.	

<u>Ficha de Trabalho de Campo</u>	
IDENTIFICAÇÃO	PONTO DE COLETA: Ponto 3 – Ponto com Extração de Minério próximo a BR-364
UTM: 0485908 8961771	
DATA: 02/10/2015	HORA: 10:00
REGISTRO: (X) Fotográfico	
Classificação de Vulnerabilidade Natural à Erosão Apresentada: Medianamente Estável / Vulnerável	
Geologia: Granito jovem de Rondônia	
Geomorfologia: Levemente ondulado e ondulado	
Vegetação: Sem Vegetação Nativa	
Uso da Terra: Mineração	
Descrição: A definição da classificação é em função da retirada da vegetação nativa sobre a unidade geológica Granito Jovem de Rondônia. A retirada da vegetação surge pelo processo de mineração que ocorre na área.	
Observações: Registro Fotográfico da mineração	

<u>Ficha de Trabalho de Campo</u>	
IDENTIFICAÇÃO	PONTO DE COLETA: Ponto 4 – Ponto próximo a ponte do rio Preto do Crespo na BR-364
UTM: 0488691 8952128	
DATA: 02/10/2015	HORA: 11:30
REGISTRO: (X) Fotográfico	
Classificação de Vulnerabilidade Natural à Erosão Apresentada: Moderadamente Vulnerável	
Geologia: Granito jovem de Rondônia com planície fluvial não mapeável na escala do trabalho.	
Geomorfologia: Ondulada a levemente ondulada.	
Vegetação: Floresta intercalada com vegetação secundária (antropizada)	
Uso da Terra: Desmatada / Ocupada	
Descrição: Classe de maior vulnerabilidade da área de estudo. Trata-se da classe Moderadamente Vulnerável definido pelo substrato rochoso da unidade geológica de Granito Jovem de Rondônia tendo como produto sedimentos retrabalhados pelo rio Preto do Crespo. Com o desmatamento, inclusive sem vegetação secundária, configura-se a classe moderadamente vulnerável.	
Observações: Registro fotográfico do desmatamento junto ao rio Preto do Crespo.	

<u>Ficha de Trabalho de Campo</u>	
IDENTIFICAÇÃO	PONTO DE COLETA: Ponto 5 – Ponto próximo a ponte do Rio Preto do Crespo na RO-205
UTM: 0499538 8958342	
DATA: 02/10/2015	HORA: 11:56
REGISTRO: (X) Fotográfico	
Classificação de Vulnerabilidade Natural à Erosão Apresentada: Estável	
Geologia: Complexo do Jamari	
Geomorfologia: Terraços Aluviais e regionalmente planos a levemente ondulado.	
Vegetação: Floresta Nativa	
Uso da Terra: Vegetação nativa	
Descrição: Área de classe estável definida pela geomorfologia com relação a terraço aluviais com mata nativa preservada. As planícies aluviais configuradas por sedimentos de apenas poucos metros de extensão ao longo do rio Preto do Crespo, no entanto a unidade geológica sedimentos aluviais não é possível no mapeamento na escala do trabalho.	
Observações: Registro fotográfico da área.	

<u>Ficha de Trabalho de Campo</u>	
IDENTIFICAÇÃO	PONTO DE COLETA: Ponto 6 – Ponto de Controle RO-205
UTM: 510933 8947006	
DATA: 02/10/2015	HORA: 12:14
REGISTRO: () Fotográfico	
Classificação de Vulnerabilidade Natural à Erosão Apresentada: Medianamente Estável / Vulnerável	
Geologia: Complexo do Jamari	
Geomorfologia: Plana levemente ondulada	
Vegetação: Secundária (Antropizada)	
Uso da Terra: Pastagem e Agricultura	
Descrição: Ponto de controle sem registros fotográficos.	
Observações: Sem registro fotográfico da área.	

Ficha de Trabalho de Campo	
IDENTIFICAÇÃO	PONTO DE COLETA:
Ponto 7 – Lado Leste da Flona do Jamari	
UTM: 0530548 8966684	
DATA: 02/10/2015	HORA: 13:56
REGISTRO: (X) Fotográfico	
Classificação de Vulnerabilidade Natural à Erosão Apresentada: Medianamente Estável / Vulnerável	
Geologia: Complexo do Jamari	
Geomorfologia: Levemente ondulada	
Vegetação: Nativa com presença de pasto	
Uso da Terra: Presença de pastagem e criação de gado	
Descrição: Vulnerabilidade definida pela classe estável/vulnerável e moderadamente estável. A diferença entre ambas as classes encontra-se pela presença (moderadamente estável) e a ausência (estável/vulnerável) de vegetação nativa.	
Observações: Registro fotográfico da área.	